Gehler
Phys. g. 133(3

<36602812250017

<36602812250017

Bayer. Staatsbibliothek

Physic. gen ~~34~~
133
Physica. Lexica 11.
R

Phyſikaliſches Wörterbuch

oder

Verſuch

einer Erklärung der vornehmſten Begriffe und Kunſtwörter

der Naturlehre

mit kurzen Nachrichten von der Geſchichte der Erfindungen und Beſchreibungen der Werkzeuge begleitet

in alphabetiſcher Ordnung

von

D. Johann Samuel Traugott Gehler

Oberhofgerichtsaſſeſſorn und Senatorn zu Leipzig, auch der ökonomiſchen Societät daſelbſt Ehrenmitgliede.

Dritter Theil

von Liq bis Sed

mit acht Kupfertafeln, Taf. XIV. bis XXI.

Leipzig,
im Schwickertſchen Verlage 1790.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Phyſikaliſches Wörterbuch

oder

Verſuch einer Erklärung der vornehmſten Begriffe und Kunſtworte der Naturlehre, in alphabetiſcher Ordnung.

L.

Liquoren, Liquores, Liquida, *Liqueurs*, *Liquides*. Eine Benennung der tropfbaren Flüßigkeiten, ſ. Flüßig. In dieſem Sinne nennt man alle Fluida Liquoren, die keinen hohen Grad von Elaſticität beſitzen, deren Oberflächen alſo in Gefäßen einen wagrechten Stand annehmen, z. B. Waſſer, Weingeiſt, Oel, Queckſilber, geſchmolzene Metalle. Vorzüglich aber giebt man dieſen Namen ſolchen Subſtanzen, die in hohem Grade flüßig ſind, d. i. deren Theile ſich leicht trennen und beym Ausgießen viele und kleine Tropfen bilden; dagegen man zähe Flüßigkeiten, z. B. conſiſtente Oele, Syrupe, bey geringer Wärme zerlaſſenes Wachs oder Siegellak u. dgl. nicht gern Liquoren nennt.

Locker, ſ. Dünn.

Lothrecht, Bleyrecht, Senkrecht, Vertikal, Verticale, *Vertical*, *A plomb*. In der Geometrie ſagt man, eine Linie oder Ebne ſtehe auf einer ebnen Fläche lothrecht, wenn die Winkel, die ſie mit der letztern macht, nach den in der Lehre von der Lage der Ebnen vorgeſchriebnen Beſtimmungen gemeſſen, rechte Winkel ſind. Die Linie, die auf einer Ebne lothrecht ſteht, führt den beſondern Namen eines Loths auf dieſe Ebne.

In der Phyſik legt man die oben angegebnen Namen vorzüglich denjenigen Linien und ebnen Flächen bey, welche mit der Horizontalebne des Orts, oder, was eben ſoviel iſt, mit der Oberfläche des ſtillſtehenden Waſſers daſelbſt, rechte Winkel machen. Die Erfahrung lehrt, daß die Richtung der Schwere, oder des mit Gewicht beſchwerten

Fadens, des Bleyloths, Senkbleys (*à plomb*), überall auf der Erdfläche, eine ſolche Linie ſey. Da dieſe Linie aufwärts verlängert den Scheitelpunkt am Himmel trift, ſ. Zenith, ſo kommen daher die Namen der Vertikal- oder Scheitellinie, und der Vertikal- oder Scheitelflächen.

Unterwärts verlängert würden alle Scheitellinien den Mittelpunkt der Erde treffen, wenn dieſe eine vollkommene Kugel wäre. Da ſie nicht weit von der Kugelgeſtalt abweicht, ſo läßt ſich in den meiſten Fällen annehmen, daß ſich dies ſo verhalte, ſ. Erdkugel.

Man beſtimmt die lothrechten Linien in der Ausübung durch das Bleyloth, welches jedoch in beſondern Fällen, z. B. durch die Nähe großer Berge von beträchtlichen Maſſen, ein wenig aus der lothrechten Richtung gezogen werden kann, ſ. Gravitation. Man kan dazu überhaupt alle Werkzeuge gebrauchen, welche Horizontallinien angeben, ſ. Waſſerwägen.

Loxodromie, loxodromiſche Linie, Loxodromia, Linea loxodromica, *Loxodromie, Ligne loxodromique.* So heißt in der Hydrographie oder Schiffahrt eine krumme Linie, welche alle Meridiane der Erdkugel unter einerley Winkel ſchneidet. Eine ſolche Linie nemlich beſchreibt ein Schif, das immerfort nach einerley Weltgegend ſegelt. Geht z. B. der Lauf des Schifs ſtets nach Nordoſt, ſo macht er mit allen Meridianen, die er durchſchneidet, einen Winkel von 45°. Nur in den wenigen Fällen, da das Schif unter einerley Meridian ſelbſt oder im Aequator, oder unter einerley Parallelkreiſe fortgehet, wird dieſer Weg ein Kreis: in allen andern Fällen, wobey er mit dem Meridian ſchiefe Winkel macht, bildet er eine Curve von eigner Natur, die daher den Namen der loxodromiſchen Linie (Linie des ſchiefen Laufs) erhalten hat.

Dieſe Linie gehört nicht zu den Curven, welche den Alten bekannt waren. Sie iſt eine logarithmiſche Spirale, welche ſich im Fortgange mit unzählbaren Windungen um den Pol ſchlingt, ohne ihn jemals zu erreichen. Je größer der Winkel iſt, den die Richtung des Schifs mit den Me-

ridianen macht, deſto gröſſer wird auch der Umfang der Linie, und deſto langſamer die Annäherung an den Pol. Jacob Bernoulli (Opp. No. 42; No. 90. §. 50; No. 91.) hat die Rechnung des Unendlichen auf die Beſtimmung der Loxodromien angewendet, und dabey die Erdkugel als vollkommen ſphäriſch betrachtet. Die Beſchaffenheit der Loxodromie auf den Sphäroid haben unter andern Maclaurin (Treatiſe of Fluxions §. 896.) und Walz (Act. Erud. Lipſ. Maj. 1741.) unterſucht.

Weil doch bey der Schiffahrt Richtung nach einerley Weltgegend, oder Rhumb, als Regel betrachtet, und auch in der Ausübung ſo lang als möglich beybehalten wird, ſo iſt der regelmäßige Weg der Schiffe in den meiſten Fällen loxodromiſch. Auf ſolchen Karten alſo, die nach den gewöhnlichen Projectionen der Landkarten entworfen wären (ſ. Landkarten), würden dieſe Wege des Schifs krummlinigt ausfallen. Der Seefahrer hingegen wünſcht Karten, auf welchen ihm die gerade Linie von einem Orte zum andern zeigt, welche Richtung er nehmen müße, um an den Ort ſeiner Beſtimmung zu gelangen, d. h. er wünſcht Karten, auf welchen die Loxodromien geradlinigt ausfallen.

Man ſieht leicht, daß dieſe Abſicht erreicht wird, wenn man die Meridiane als parallele gerade Linien darſtellt. Alsdann wird die Loxodromie, die ſie alle unter gleichen Winkeln ſchneidet, auch eine gerade Linie. Hiebey aber bleiben freylich alle Parallelkreiſe, und ihre Grade, gleich groß, an ſtatt daß ſie gegen den Pol zu in dem Verhältniße abnehmen ſollten, in welchem der Coſinus der geographiſchen Breite abnimmt, ſ. Parallelkreiſe. Um alſo doch das richtige Verhältniß zwiſchen ihnen und den Graden der Meridiane beyzubehalten, läſt man die leztern gegen die Pole zu im umgekehrten Verhältniße, d. i. wie die Secante der Breite, wachſen. Anſtatt z. B. daß in der Breite von 60° der Grad des Parallelkreiſes nur halb ſo groß ſeyn ſollte, als der unveränderliche Grad des Mittagskreiſes, wird hier der leztere noch einmal ſo groß abgebildet, als der unveränderliche erſtere. Daher heiſſen dieſe Karten Seekarten mit wachſenden Graden oder wach-

ſenden Breiten, auch reducirte, ingleichen Mercators oder Wrights Karten. Gerhard Mercator zu Löwen verzeichnete dergleichen zuerſt 1550, Eduard Wright aber (Certain errors in Navigation detected and corrected, 2d. edit. Lond. 1657.) gab ihre Theorie genauer an. Einen kleinen Atlas ſolcher Karten hat man von Brouckner (Nouvel Atlas de marine, composé d'une carte generale & de 12 cartes particulières, approuvé par l'Acad. des Sc. à Berlin, 1749.) Gegen die Pole hin werden freylich die Grade der Breite erſtaunlich groß, und die Pole ſelbſt findet man gar nicht, weil ſie ins Unendliche hinaus fallen. Wie man dieſe Karten zu Erfindung des Weges auf der See gebrauche, zeigt unter andern Hr. Bode (Kurzgefaßte Erläut. der Sternkunde u. ſ. w. Berlin, 1778. 8. Th. II. S. 543 u. f.)

Käſtner Anfangsgr. der mathemat. Geographie, in den Anfangsgr. der angew. Math. 3te Aufl. Gött. 1781. 8. S. 384 u. f.

Luft, Aër, *Air*. In ganz eigentlichem Sinne führt dieſen Namen diejenige unſichtbare, farbenloſe, durchſichtige, compreſſible, ſchwere und elaſtiſche flüßige Materie, welche unſere Erdkugel von allen Seiten her umgiebt, ſ. Gas, atmoſphäriſches. Dieſe heißt auch die gemeine Luft, und war ſonſt das einzige permanent elaſtiſche Fluidum, das man aus Erfahrungen kannte. Jetzt aber ſind weit mehrere Gattungen ſolcher Flüßigkeiten entdeckt, ſ. Gas, die man nunmehr alle unter dem Namen der Luft, oder der Luftgattungen, in einem weitläuftigern Sinne des Worts, begreift. Von den chymiſchen Eigenſchaften dieſer Materien handlen die Artikel, welche bey dem Worte Gas zuſammengeſtellt ſind. Hier wird die Rede vornehmlich von den mechaniſchen Eigenſchaften der gemeinen Luft ſeyn, welche von ihrer Flüßigkeit, Schwere und Elaſticität abhängen. Dieſe Eigenſchaften kommen aber auch den übrigen Gasarten zu, inſofern dieſe ebenfalls flüßig, ſchwer und elaſtiſch ſind. Daher rede ich zwar in dieſem Artikel blos von der gemeinen Luft, man wird aber das meiſte, nur mit andern Beſtimmungen, auch auf die übrigen Gasarten anwenden können. Was dieſer mechaniſchen

Eigenſchaften wegen im Luftkreiſe ſtatt findet, wird man beym Worte: **Luftkreis** antreffen.

Flüßigkeit, Elaſticität und Schwere der Luft.

Daß in den Räumen, die dem Auge leer ſcheinen, noch etwas vorhanden ſey, das gefühlt werden kan, davon überzeugt uns unſere Empfindung, wenn wir dieſes unſichtbare Etwas gegen uns treiben. Wir fühlen alsdann die Bewegung deſſelben, oder den **Wind**. Taucht man ein leeres Glas EFG, Taf. XIV. Fig. 1. mit unterwärts gekehrter Oefnung, im Gefäße ABCD ſo unter Waſſer, daß der Rand des Glaſes FG beym Aufſetzen die Waſſerfläche AB ringsherum zugleich berührt, ſo füllt das Waſſer die Hölung des Glaſes nicht ganz aus, ob es gleich nach den Geſetzen der Hydroſtatik, wenn das Glas wirklich leer wäre, bis E eindringen müſte. Es muß daher im Glaſe etwas ſeyn, das das Eindringen des Waſſers bis E hindert, etwas Ausgedehntes und Undurchdringliches, dem alſo die Eigenſchaften eines Körpers zukommen. Aehnliche Erfahrungen überzeugen uns von der Gegenwart dieſes unſichtbaren Körpers in allen leer ſcheinenden Räumen von der Erdfläche an bis auf die höchſten Berge. Wir ſchließen alſo, die ganze Erde ſey mit einer unſichtbaren Materie umgeben, die wir **Luft** nennen.

Die **Flüßigkeit** dieſer Materie erhellet aus der Leichtigkeit, mit der ſich ihre Theile trennen laſſen, und aus der reſpectiven Beweglichkeit der Theile, die ihr ohne Widerrede zukömmt. Auch die heftigſte Kälte benimmt ihr dieſe Kennzeichen der Flüßigkeit nicht, und überhaupt iſt kein Mittel bekannt, die Luft in einen feſten Körper zu verwandlen, wenn ſie nicht gänzlich zerſetzt wird, und ihre Beſtandtheile in ganz neue Verbindungen treten.

Die **Elaſticität** der Luft kan ebenfalls durch leichte Verſuche erwieſen werden. Eine mit Luft gefüllte Blaſe läßt ſich zuſammen drücken, dehnt ſich aber, ſobald der Druck aufhört, wieder aus. Einen genau ſchließenden Stempel in einem metallnen cylindriſchen Rohre kan man um eine

beträchtliche Weite tiefer hineintreiben; ſobald aber der Druck nachläßt, treibt ihn die zuſammengepreßte Luft mit Gewalt wieder zurück. Wenn man das Glas EFG, Taf. XIV. Fig. 1. auf die oben beſchriebene Art ganz unter Waſſer taucht, ſo iſt einige Kraft nöthig, es in dieſer Stellung zu erhalten. Hat man vorher das Glas inwendig mit Puder oder geſchabter Kreide beſtreut, ſo ſieht man beym Herausnehmen, daß das Waſſer wirklich etwa bis HI eingedrungen iſt. Es iſt alſo die Luft, welche vorher das ganze Glas EFG ausfüllte, in den kleinern Raum EHI zuſammengepreßt geweſen. Läßt man, indem das Glas noch im Waſſer ſteht, mit Drücken nach, daß es auf die Oberfläche kömmt, und der Rand FG die Waſſerfläche AB wieder berührt, ſo dehnt ſich die Luft wieder in den ganzen vorigen Raum EFG aus. Aehnliche Beſtätigungen der Elaſticität der Luft geben die Taucherglocke, der Heronsball, Heronsbrunnen und die carteſianiſchen Teufel.

Die Luft iſt aber in dem Zuſtande, in welchem wir ſie hier bey der Erdfläche antreffen, ſchon wirklich zuſammengedrückt, oder in einen engern Raum gebracht, als ſie einnehmen würde, wenn ſie von allem Drucke frey wäre. Dies zeigt ſich daraus, weil ſie ſich überall, wo es die Umſtände verſtatten, ſofort und von ſelbſt durch weitere Räume verbreitet. Wenn man einen genau ſchließenden Stempel in einem metallnen cylindriſchen Rohre weiter auszieht, ſo dehnt ſich die Luft, die im Rohre zwiſchen Stempel und Boden eingeſchloßen war, ſogleich durch den größern Raum, der ihr dadurch verſtattet wird, gleichförmig aus. Hierauf beruht die Einrichtung der Luftpumpen, ſ. Luftpumpe. Vermöge dieſer Eigenſchaft füllt auch die Luft alle Räume aus, die ſonſt leer bleiben würden, oder treibt durch ihre Ausbreitung andere Körper in dieſelben, und veranlaßt dadurch eine große Menge von Erſcheinungen, welche ehedem ſehr übel durch einen vermeinten Abſcheu der Natur gegen den leeren Raum (fuga ſ. horror vacui) oder durch ein Zuſammenziehen (funiculus) der Materie zu Vermeidung der Leere, erklärt wurden. Es wird hier genug ſeyn, ein einziges Beyſpiel anzuführen.

Man fülle eine nicht allzuweite Röhre AB, Taf. XIV. Fig. 2. mit Waſſer, und verſchließe ihre obere Oefnung A mit dem Finger, ſo fließt das Waſſer nicht heraus, wenn gleich die Röhre bey B offen iſt. Oefnet man aber auch bey A, ſo fließt augenblicklich alles Waſſer aus. Es iſt die Frage, was das Waſſer trage oder zurückhalte, ſo lang A verſchloßen iſt? Im Finger kan die Urſache nicht liegen, auch nicht in dem Anhängen des Waſſers an der Glasröhre, welches ja auch noch da iſt, wenn man A geöfnet hat. Die Scholaſtiker ſagten, die Natur laſſe kein Waſſer heraus, oder die Materie des Waſſers ziehe ſich zuſammen (inviſibili funiculo contrahitur) um den leeren Raum zu vermeiden, der bey A entſtehen würde, wenn bey verſchloßner Oefnung das Waſſer ausliefe.

Es wird aber alles weit begreiflicher, wenn man annimmt, die Luft bey A und B ſey durch irgend etwas zuſammen gedrückt, und ſtrebe ſich auszubreiten. Iſt dies, ſo wird ſie nach der Richtung BA gegen das Waſſer in B drücken, und deſſen Gewicht tragen oder aufheben, wofern nur die Oefnung B eng genug iſt, um keine Zertrennung des Waſſers zu geſtatten. Wird aber A geöfnet, ſo drückt nunmehr die Luft bey A nach der Richtung AB eben ſo ſtark entgegen, die Wirkungen der Luft bey A und B heben einander auf, und das Waſſer fließt durch ſeine Schwere aus der Röhre.

Dieſe Vermuthung wird zur Gewißheit, wenn man ſtatt des Waſſers Queckſilber nimmt. Iſt alsdann die Röhre AB über 28 Zoll lang, ſo wird wirklich ein Theil des Queckſilbers auslaufen, bis die noch über B ſtehende Säule eine Höhe von 28 Zollen hat. Dieſe Säule bleibt alsdann ſtehen, ſo lang A verſchloßen iſt, läuft aber auch aus, wenn man A öfnet. Dies zeigt deutlich, daß bey B ein Gegendruck von beſtimmter Größe geſchehe, der gerade dem Drucke einer 28 Zoll hohen Queckſilberſäule gleich iſt. Dieſen Gegendruck muß man doch der Luft bey B zuſchreiben, weil kein anderer Körper da iſt, dem man ihn beylegen könnte.

Iſt die untere Oefnung weit, wie BC, Fig. 3., ſo ſteht

die Waſſerfläche BC nicht ruhig, daher die anliegende Luft in die höhern Stellen eindringen und das Waſſer zertrennen kan. Sie ſteigt alsdann in Blaſen nach A auf; das iſt eben ſoviel, als ob A nicht mehr verſchloßen wäre, und ſo läuft in dieſem Falle das Waſſer gar bald aus dem Gefäße. Legt man aber vor die Oefnung BC ein Blatt Papier, durch deſſen Anhängen das Schwanken und die Trennung der Waſſerfläche vermieden wird, ſo kan man Waſſer in einem umgekehrten ofnen Trinkglaſe tragen. Ein Gießfaß, wie ABC geſtaltet, wo der Boden BC mit lauter kleinen Löchern durchſtochen iſt, in denen ſich Luft und Waſſer nicht ausweichen können, (clepſydra, Ariſtot. Phyſic. IV. 6.) hält das Waſſer, wenn man A mit dem Finger verſchlie[illegible] und gießt, wenn man es öfnet. So läuft nichts aus dem Hahne eines Faßes, ſo lang das Spundloch verſchloßen iſt. Man ſ. auch die Art. **Stechheber, Zauberbrunnen, Zaubertrichter.** Dies alles beweißt, daß ſich die Luft an der Erdfläche auszubreiten ſtrebe, und alſo ſchon im Zuſtande einer Zuſammendrückung ſey.

Die Urſache nun, welche die Luft um uns her zuſammendrückt, kan keine andre ſeyn, als das **Gewicht** der über ihr liegenden Luft. Es iſt nichts weiter vorhanden, was die untere Luft drücken könnte, als dieſe obere. So erkennen wir, daß die Luft, wie alle bekannte Materien, ein Gewicht habe, oder **ſchwer** ſey. Dies iſt auch ſchon daraus klar, weil die Luft durch ihre Elaſticität ſich in die freyen Räume des Himmels verbreiten und den Erdball ganz verlaſſen würde, wenn ſie nicht durch die Schwere an demſelben zurückgehalten würde.

Dieſe Eigenſchaften der Luft ſind erſt ſeit der Mitte des vorigen Jahrhunderts vollſtändig bekannt geworden, ſ. **Barometer.** **Galilei** und **Torricelli** gaben hiezu die erſten Veranlaſſungen, **Descartes** und **Paſcal** ſtürzten das ariſtoteliſche Syſtem und gaben die richtigen Erklärungen der Phänomene an; **Otto von Guericke** erfand die Luftpumpe, durch deren Hülfe dieſe Lehren noch mehr beſtätigt, und von **Boyle** und **Mariotte** erweitert wurden, bis ihnen endlich **Wolf** die Form einer eignen Wiſſenſchaft gab, wel-

che ſeitdem einen anſehnlichen Theil der angewandten Mathematik ausmacht, und zu den mechaniſchen Wiſſenſchaften gerechnet wird, ſ. Aerometrie.

Wirkung des Drucks auf Dichte und Federkraft der Luft. Mariottiſches Geſetz.

Die abſolute Elaſticität der Luft muß im Zuſtande der Ruhe dem Drucke, der ſie zuſammenpreßt, gleich ſeyn. Dies iſt als Grundſatz einleuchtend. Beydes ſind entgegengeſetzte Kräfte, deren eine Zuſammendrückung, die andere Ausbreitung zu bewirken ſtrebt. Sind ſie nicht gleich, ſo wird noch kein Ruheſtand erfolgen, die Luft wird ſich mehr verdichten oder mehr ausbreiten, bis endlich beyde Kräfte gleich werden.

Wird nun durch ſtärkern Druck die Luft in einen engern Raum, als vorher, gebracht, ſo muß (wenigſtens, ſo lang ſie ſich ruhig in dieſem Raume behauptet) auch ihre Elaſticität ſtärker, als vorher, ſeyn. Zugleich aber wird auch ihre Dichtigkeit größer. Nimmt hingegen der Druck ab, und verſtattet der Luft, ſich in einen größern Raum zu verbreiten, ſo wird ſie, wenn die Ruhe hergeſtellt iſt, weniger Elaſticität, als vorher, haben, weil dieſelbe mit einem ſchwächern Drucke im Gleichgewichte ſteht. Dabey wird aber auch ihre Dichte geringer. Hieraus läßt ſich überſehen, daß Druck, abſolute Federkraft und Dichte der Luft ſtets mit einander wachſen und abnehmen.

Daher muß jede Luftſäule, im Freyen ſowohl als in verſchloßnen Räumen, unten dichtere und elaſtiſchere Luft enthalten, als oben. Denn die untern Schichten tragen das Gewicht der obern mit; ſie leiden alſo mehr Druck, als die obern. Bey kleinen Säulen, z. B. in Gefäßen, Zimmern u. dgl. kan dieſer Unterſchied als unbeträchtlich angeſehen werden.

Wenn zween Räume in Verbindung kommen, von denen einer A elaſtiſchere, der andere B weniger elaſtiſche Luft enthält, ſo wird ſoviel aus A in B überſtrömen, bis die Luft in beyden einerley Elaſticität hat. Denn es ſind zwar

beyde Luftmaſſen elaſtiſch, und wirken daher am Orte der Verbindung einander entgegen; aber die mehr elaſtiſche treibt die weniger widerſtehende zurück, und dringt in den Raum B ſo lange, bis das Gleichgewicht hergeſtellt iſt.

Otto von Guericke (Exp. de vacuo ſpatio Cap. 30. ſ. 113.) ſchloß Luft, wie ſie ſich an der Erde befand, in ein Gefäß mit einem Hahne ein, trug daſſelbe auf eine Höhe, und öfnete den Hahn. Der Erfolg war, daß ein Theil Luft aus dem Gefäße durch den Hahn mit Geziſch heraus fuhr. Die verſchloßne Luft, an der Erde aufgefangen, war dichter und elaſtiſcher, als die äuſſere auf der Höhe. Das Gefäß war der Raum A, die Gegend auf der Höhe der Raum B.

Alle unſere Zimmer und Wohnplätze ſtehen durch Oefnungen der Fenſter, Thüren u. dgl. mit der äuſſern Luft unter freyem Himmel in ſteter Verbindung. Alſo bleibt die Luft in den Zimmern immer eben ſo dicht und elaſtiſch, als die äuſſere. Die Luftſäule vom Tiſche bis an die Decke thut eben die Wirkung, als ob der Tiſch unter freyem Himmel ſtünde, und eine Luftſäule, ſo hoch als die Atmoſphäre trüge. Dieſe Säule ſtemmt ſich nemlich vermöge ihrer Federkraft, die der Federkraft der äuſſern Luft gleich iſt, gegen die Decke und den Tiſch, wie eine zwiſchen beyde geklemmte Stahlfeder. Daher erfolgt alles, was vom Drucke der Luft abhängt, im Zimmer eben ſo, wie im Freyen.

Luft, die man in Gefäße einſchließt, behält, ſo lange ſich nichts weiter ändert, eben die Dichte und Federkraft, die ſie im Augenblicke der Einſperrung mit der äuſſern Luft gemein hatte. Mit dieſer Federkraft drückt ſie gegen die Wände des Gefäßes, deren Feſtigkeit jezt eben das thut, was unter freyem Himmel das Gewicht der obern Luft that, nämlich ſie hindert, ſich weiter auszubreiten. Wenn man alſo Luft eingeſchloßen hat, ohne weiter einen Druck auf ſie auszuüben, ſo muß man darum nicht glauben, daß ſie ſo von allem Drucke frey ſey. Sie leidet von den Wänden des Gefäßes noch immer einen Druck, der dem Gewichte der Atmoſphäre gleich iſt.

Die Kenntniß des Geſetzes, nach welchem ſich die Verbindung zwiſchen dem Drucke und der Dichte der Luſt richtet, haben wir den Verſuchen des **Boyle** und **Mariotte** zu danken.

Boyle (Defenſio doctrinæ de elatere & gravitate aëris P. II. c. 5.) vertheidigte die Lehre von der Federkraft der Luſt gegen **Franz Linus**, Profeſſor in Lüttich, welcher die Phänomene des Saugens und der Spritzen lieber aus einem Funiculus erklären wollte, und es für unmöglich hielt, daß die Federkraft der Luſt jemals dem Drucke einer Queckſilberſäule von 28 Zollen das Gleichgewicht halten könnte. Boyle nahm, um ihn zu überführen, eine gekrümmte Glasröhre, wie ABEC, Taf. XIV. Fig. 4., mit parallelen, aber ungleichen Schenkeln, wovon der kürzere EC zwölf Zoll lang und oben bey C zugeſchmolzen, der andere BA einige Fuß lang und bey A offen war. In dieſe Röhre goß er durch A ſoviel Queckſilber, als gerade hinreichte, die Krümmung BE zu erfüllen, und die Luſt im Schenkel CE von der äuſſern abzuſchneiden. Hierauf goß er ſo lange Queckſilber über B, bis die Luſt in EC nur 6 Zoll oder den Raum CF einnahm; dabey fand er das Queckſilber bey F im längern Schenkel um 29 engl. Zoll höher, als im kürzern bey F. Dieſer Verſuch ſollte nach ſeiner Abſicht nur beweiſen, daß die Federkraft der in CF eingeſchloßnen Luſt wirklich im Stande ſey, den Druck der 29 Zoll hohen Queckſilberſäule fg zu tragen. **Richard Townley** aber, einer von Boyle's Schülern, bemerkte, daß ſich hiebey dieſe **Federkraft umgekehrt, wie der Raum der Luft, verhalte.** Denn da die Luſt beym Einſchließen den Raum CE = 12 Zoll eingenommen, und eine gleiche Elaſticität mit der äuſſern Luſt gehabt hatte, oder eine 29 Zoll hohe Säule Queckſilber hätte tragen können; ſo war jetzt der Raum CF, den ſie einnahm, nur 6 Zoll; dagegen hielt ihre Federkraft nicht nur, wie vorher, den Druck der äuſſern Luſt bey F, ſondern auch noch überdies den Druck von 29 Zoll Queckſilber in fg aus, und war alſo doppelt ſo groß, als vorher.

Boyle vermehrte die Menge des Queckſilbers, fand aber allezeit, daß ſich die Höhe der Säule fg mit der Höhe

des Queckſilbers im Barometer (29 Zoll) zuſammengenommen, zu der Barometerhöhe (29 Zoll) allein, wie CE zu CF verhielt. Er ſchloß alſo, daß ſich die Luft nach dem **Verhältniße der zuſammendrückenden Kraft verdichte**, und vermuthete daher auch, daß ſie ſich im umgekehrten Verhältniße ausbreiten werde, wenn man die drückende Kraft vermindere.

Dieſe Vermuthung zu prüfen, füllte er ein 6 Fuß tiefes cylindriſches Gefäß ABCD, Taf. XIV. Fig. 5. mit Queckſilber, und ſenkte in daſſelbe eine an beyden Enden ofne Glasröhre EF ſo weit ein, daß der oben hervorragende Theil EG noch 1 Zoll betrug. Dieſe Röhre füllte ſich bis G mit Queckſilber, und in EG blieb Luft von der Dichte und Federkraft der äuſſern, welche damals nach der Anzeige des Barometers $29\frac{3}{4}$ Zoll Queckſilber trug. Er verſchloß nun die Oefnung E genau mit Siegellak, und zog die Röhre ſenkrecht aus dem Queckſilber herauf in die Stellung ef. Hiebey dehnte ſich die Luft im obern Theile durch eh aus, zugleich aber erhob ſich unter derſelben die Queckſilberſäule gh. Dies bewieß, daß die Federkraft der Luft in eh durch ihre Ausbreitung ſchwächer geworden ſey, und auf h weniger drücke, als die äuſſere Luft auf AD, ſo daß zu Herſtellung des Gleichgewichts noch der Druck der Queckſilberſäule gh erforderlich war. Als der Raum eh = 2 Zoll war, fand ſich gh = $15\frac{3}{8}$ Zoll, ein Zeichen, daß die Luft in eh, welche jezt in den **doppelten** Raum ausgebreitet war, von ihrer vorigen Federkraft ($29\frac{3}{4}$) ſo viel verlohren, und alſo nur noch $29\frac{3}{4} - 15\frac{3}{8} = 14\frac{3}{8}$ übrig hatte, welches beynahe die Helfte der vorigen Größe iſt. Als eh = 10 Zoll war, fand ſich gh = $26\frac{3}{4}$ Zoll, d. i. die zehnfach verdünnte Luft hatte von $29\frac{3}{4}$ Federkraft nur noch 3 oder den zehnten Theil übrig; und eben ſo verhielt es ſich ziemlich genau bis zu einer 32fachen Verdünnung.

Mariotte (Eſſay ſur la nature de l'air. Paris, 1676. 8. ingl. Du mouvement des eaux, Part. II. Diſc. 2.) führt eben ſolche Verſuche über die Verdichtung der Luft an, ohne der boyliſchen zu gedenken, die er ohne Zweifel nicht kannte. Wenn das Barometer auf 28 Zoll ſtand, ſo fand er in der

Röhre ABEC Taf. XIV. Fig. 4., in welcher CE = 12 Zoll war

Bf = 18; 34; 93 Zoll,
für EF = 4; 6; 9 Zoll.

Hieraus finden ſich die Höhen der Säule fg = Bf — EF 14; 28; 84 Zoll, und alſo die Größen der Federkraft der Luft in CF, welche auſſer der Säule fg noch den Druck der Atmoſphäre auf f, oder 28 Zoll Queckſilber trägt,

14 + 28; 28 + 28; 84 + 28
oder 42; 56; 112 Zoll.

Die Räume aber, welche die Luft einnimmt, oder CE — EF, ſind

12 — 4; 12 — 6; 12 — 9
d. i. 8; 6; 3 Zoll,

folglich wird die Federkraft der Luft $1\frac{1}{2}$, 2, 4mal größer, wenn ſie in einen $1\frac{1}{2}$, 2, 4mal engern Raum zuſammengepreßt wird, als ſie in der Atmoſphäre einnimmt.

Die Verminderung der Federkraft bey vergrößertem Raume prüfte Mariotte durch eine Glasröhre von 40 Zoll Länge, die an einem Ende verſchloßen war. Er goß in dieſelbe $27\frac{1}{2}$ Zoll hoch Queckſilber, daß alſo noch $12\frac{1}{2}$ Zoll hoch Luft, eben ſo dicht als die äuſſere, darinn blieb. Er ſenkte das ofne Ende dieſer Röhre, das er inzwiſchen mit dem Finger verſchloß, 1 Zoll tief in ein Gefäß mit Queckſilber, ſo daß noch 39 Zoll von der Röhre darüber ſtehen blieben. Die Luft ſtieg ſogleich in die Höhe; nachdem die untere Oefnung wieder frey gelaſſen war, fiel das Queckſilber herab, und die Luft im obern Theile breitete ſich durch den weitern Raum aus, der ihr dadurch verſtattet ward. Als alles ſtehen blieb, nahm das Queckſilber unten 14 Zoll, die Luft oben 25 Zoll von der Länge der Röhre ein. Jene Höhe iſt die Helfte von der Höhe im Barometer (oder von 28 Zoll); dieſer Raum iſt doppelt ſo groß, als $12\frac{1}{2}$ Zoll, oder als der, den die Luft bey gleicher Dichte mit der äuſſern eingenommen hatte. Alſo wird die Federkraft der Luft auf die Helfte herabgeſetzt, wenn ſie ſich durch den doppelten Raum ausbreitet. Dieſe Verſuche hat auch Amontons (Mém. de Paris, 1705) wiederholt; und einige engliſche Gelehrte

(Phil. Trans. no. 73. überſ. in Auserleſenen Abhandl. zur Naturgeſch. und Phyſ. Leipzig, 1779. gr. 4. B. 1. S. 171.) fanden eben den Erfolg, indem ſie gläſerne Gefäße unter Waſſer verſenkten.

Daher haben es die Naturforſcher als einen allgemeinen Satz angenommen, daß ſich unter übrigens gleichen Umſtänden **die Federkraft der Luft umgekehrt, wie der Raum verhalte**, den eine gleiche Menge Luft einnimmt. Weil ſich bey gleicher Menge die Dichte auch umgekehrt, wie der Raum verhält, ſ. **Dichte**, ſo heißt dies eben ſo viel, als: **Die Federkraft verhält ſich, wie die Dichte**; oder weil die Federkraft im Ruheſtande der zuſammendrückenden Kraft gleich iſt: **Die Dichte verhält ſich wie die zuſammendrückende Kraft.** Alle dieſe Ausdrücke ſind ein und ebenderſelbe Satz, und unter dem Namen des **mariottiſchen Geſetzes** bekannt.

Zwar führt **Maraldi** (Mém. de Paris, 1709.) einige Beobachtungen des P. Beze zu Malacca an, aus welchen zu folgen ſcheint, daß ſich die Luft um den Aequator weniger, als nach dem umgekehrten Verhältniße der drückenden Kraft, ausbreite. Allein **Bouguer** (Sur les dilatations de l'air dans l'atmoſphère in den Mém. de Paris, 1753.) hat in Amerika durch viele mit ſeiner Reiſegeſellſchaft wiederholte Verſuche, ſelbſt auf den höchſten Bergen, und bey ſehr ſtarken Verdünnungen der Luft, das mariottiſche Geſetz allemal richtig gefunden. Man ſieht es daher als entſchieden an, daß die Luft an der Erdfläche ſich durch den doppelten Raum verbreitet, wenn ſie nur die Helfte des Gewichts der Atmoſphäre trägt, u. ſ. w.

Bey ſtarken Zuſammenpreſſungen aber kan dieſes Geſetz nicht in aller Strenge richtig ſeyn. Denn die Luft kan doch nur bis auf eine gewiſſe Grenze, nemlich bis zur vollkommnen Berührung ihrer Theile, zuſammengedrückt werden, ſo groß auch die drückende Kraft werden mag. Dies erinnern **Jacob Bernoulli** (De gravitate aetheris, Amſt. 1683. 8. p. 96. ſq.) und **Muſſchenbroek** (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 2107). Auch zeigen ſich ſchon Ausnahmen von der Regel, wenn die Luft nur ſieben bis achtmal mehr,

als in der Atmoſphäre, zuſammengedrückt iſt (ſ. Sulzer in Mém. de l'Acad. de Pruſſe 1753. überſ. im Hamburg. Magazin, XVII. B. 6 Stück). Was für Einfluß die Annäherung an dieſe gröſte mögliche Dichtigkeit der Luft auf das Geſetz der Zuſammenpreſſung haben müſſe, darüber haben **d'Alembert** (Traité des fluides L. I. ch. 6.) und **Euler** (Tentamen explic. phaenom. äeris, §. 22. ſq. in Comm. Petrop. To. II. ingl. in Robins erläuterter Artillerie, S. 85, 95.) allgemeine Betrachtungen angeſtellt.

Die künſtlichen Zuſammendrückungen der Luft, ſ. **Compreßionsmaſchine**, laſſen ſich gewöhnlich nicht hoch treiben, weil dabey die Gefäße durch die verſtärkte Federkraft der Luft leicht zerſprengt werden. Von der hiebey nöthigen Feſtigkeit der Gefäße handelt **Karſten** (Lehrbegrif der geſamt. Math. VI Theil, Pnevmatik, 7 Abſchn.). Er glaubt, in gläſernen Glocken dürfe man es nicht leicht wagen, die Luft ſtärker, als auf die 3 – 4fache Dichte der Atmoſphäre zuſammenzudrücken. In ſtarken metallnen Behältnißen, wie bey Windbüchſen u. dgl., läßt ſich die Zuſammenpreſſung weit höher treiben. **Boyle** hat die Luft 13mal und **Hales** (ſ. Statique des Vegétaux, trad. de l'Anglois par M. *de Buffon*, Paris, 1735. 8. p. 389 ſqq.) in einer Bombe durch Einpreſſung eines Zapfens 38mal verdichtet. **Hales** führt zwar noch einen Verſuch an, wobey er Waſſer in der Bombe gefrieren ließ, und eine 1838 fache Verdichtung der Luft erhalten zu haben glaubte; allein da hiebey die Bombe und der ganze Apparat zerſprang, ſo gründet ſich dieſe Angabe auf bloße Berechnung, wobey vorausgeſetzt wird, die Luft habe den ganzen zu Zerſprengung der Bombe nöthigen Druck getragen, und ſey dadurch völlig dem mariottiſchen Satze gemäß verdichtet worden. Dies iſt aber eben das, was durch den Verſuch erſt erwieſen werden ſollte; daher man ſich auf dieſes Experiment des Hales gar nicht berufen kan.

Winkler (Unterſuchungen der Natur und Kunſt, Leipzig, 1765. 8 II. Abhandl. S. 98.) hat das mariottiſche Geſetz noch beym achtfachen Druck richtig befunden. Alles dies zuſammen zeigt, daß man daſſelbe zwar nicht allgemein

und in aller Schärfe, aber doch, ſo weit unſere Beobachtungen und Verſuche reichen, annehmen könne. Von der Anwendung deſſelben auf die Atmoſphäre, ſ. Luftkreis.

Aus der durch ſtärkern Druck vergrößerten Federkraft der Luft erklären ſich leicht ihre heftigen Wirkungen, wenn ſie durch äuſſere Kräfte in ſehr enge Räume zuſammengepreßt wird, wie beym Gefrieren der Körper, in den Windkeſſeln der Feuerſpritzen, in den Windbüchſen u. ſ. w. Von den letztern handeln Muſſchenbroek (Introd. in philoſ. nat. To. II. §. 2111. ſqq.) und Nollet (Leçons de phyſ. exp. To. III. Leç. X. Sect. I. ch. 7.). Umſtändlicher erklärt ihre Theorie Karſten (Lehrb. der geſ. Math. 6 Theil, Pneumatik, 8 Abſchn.). Er nimmt nach Regnault (Entretiens phyſiques To. I. p. 29.) an, man könne die Luft darinn 100mal dichter machen, als die äuſſere, und berechnet, daß eine Bleykugel von $\frac{3}{8}$ Zoll im Durchmeſſer in einem Laufe von 4 Fuß Länge dadurch mit einer Geſchwindigkeit abgeſchoßen werde, welche in der erſten Secunde 628 Fuß beträgt, und womit die Kugel vertical aufwärts geſchoſſen, 6518 Fuß hoch ſteigen müßte.

Die Luft verliert durch anhaltendes Zuſammendrücken nichts von ihrer Elaſticität. Roberval ließ eine geladne Windbüchſe 16 Jahre lang ſtehen, und fand am Ende die Ladung noch eben ſo elaſtiſch, als vorher. Hawksbee bezweifelte dieſen Satz, weil er von einem Heronsballe bemerkte, daß die zuſammengedrückte Luft, wenn das Waſſer zu ſpringen aufgehört hatte, und er den Ball eine Zeitlang verſtopft hielt, beym Wiedereröfnen noch etwas Waſſer heraustrieb; woraus er ſchloß, die Federkraft nehme durch langen Druck ab, und erlange, wenn der Druck aufhöre, erſt nach und nach ihre vorige Stärke wieder. Aber Muſſchenbroek (Introd. in phil. nat. To. II. §. 2161.) hat einen entſcheidenden Verſuch hierüber angeſtellt. Er preßte Luft in einer Glasröhre mit zween Schenkeln durch Queckſilber zuſammen, wie Taf. XIV. Fig. 4., ſchmolz alsdann das Ende A zu, fand aber fünf Jahre hindurch den Raum CF, den die zuſammengedrückte Luft einnahm, bey gleicher

Wärme immer gleich groß, ein Zeichen, daß dieſe Luft nicht das mindeſte von ihrer Federkraft verlohr.

Wirkung der Wärme, Feuchtigkeit und Miſchung auf Dichte und Federkraft der Luft.

Wärme, Dünſte und chymiſche Miſchung können die Dichte der Luft auch bey gleichem Drucke, oder den Druck bey gleicher Dichte, ändern. Die Wärme dehnt die Luft bey gleicher Maſſe und gleichem Drucke aus, und vermindert alſo die Dichte. Die Dünſte vermehren bey gleichem Drucke die Maſſe, und alſo auch die Dichte. Mehrere Phlogiſtication macht die Luft ſpecifiſch leichter, alſo ihre Dichte bey gleichem Drucke geringer. Daher gilt das mariottiſche Geſetz, daß ſich die Dichte, wie der Druck verhalte, nur bey gleich warmer, gleich feuchter und gleich gemiſchter Luft.

Von der **Wärme** ſagt ſchon **Lambert** ſehr ſcharfſinnig, die Federkraft der Luft werde durch ſie verſtärkt, durch den Druck aber vergrößert. Nemlich die Wärme macht jedes einzelne Lufttheilchen elaſtiſcher; der Druck bringt nur mehr Lufttheilchen in den vorigen Raum zuſammen. Jetzt unterſcheidet man gewöhnlicher die **ſpecifiſche Federkraft** E, welche jedem einzelnen Theile der Luft eigen iſt, von der **abſoluten** A, welche zugleich von der Menge der Theile im Raume, oder von der Dichte abhängt. Dieſe letztere iſt jederzeit dem Drucke gleich. Wärme, Feuchtigkeit und Miſchung wirken auf die ſpecifiſche Federkraft E. Die abſolute Elaſticität A verhält ſich, wie das Product der Dichte D in die ſpecifiſche Federkraft, oder, wie $D \times E$; die Dichte D, wie $\frac{A}{E}$; und E, wie $\frac{A}{D}$. ſ. Elaſticität, ſpecifiſche.

In Räumen, die mit der Atmoſphäre in Gemeinſchaft ſtehen, alſo auch in Zimmern, iſt A dem Drucke der Atmoſphäre gleich, und wird durch den Stand des Barometers angegeben. So lang alſo dieſer Stand oder A ſich nicht ändert, bleibt auch das ihm gleiche Product $D \times E$

ungeändert, und die Dichte nimmt in eben dem Verhältniße ab, in welchem E zunimmt. In verſchloßnen Gefäßen hingegen, wo ſich die Dichte nicht ändern kan, verhält ſich A, wie E; die abſolute Federkraft wächſt zugleich mit der ſpecifiſchen, und kan durch die Wärme ſo verſtärkt werden, daß ſie die Gefäße zerſprengt.

Das Barometer zeigt den Druck oder die abſolute Federkraft der Luft an. Die Dichte beobachtet man durch andere Werkzeuge, ſ. **Manometer**, durch deren Vergleichung mit dem Barometer die jedesmalige ſpecifiſche Federkraft gefunden werden kan.

Wie ſtark und nach welchen Geſetzen die **Wärme** auf die Ausdehnung der Luft wirke, hat man noch nicht ſicher genug beſtimmen können, weil bey den Verſuchen hierüber auch Feuchtigkeit und verſchiedne Miſchung der Luft mitwirken, und es ſchwer machen, das, was jeder Urſache allein zugehört, gehörig abzuſondern. **Amontons** (Diſcours ſur quelques proprietés de l'air in den Mém. de Paris 1703.) ſtellte hierüber die erſten Verſuche mit dem Luftthermometer an, ſ. **Thermometer**. So unvollkommen dieſes Werkzeug war, ſo fand er doch, daß der Druck, den die Luft zu tragen vermochte, von der Temperatur der Keller der Pariſer Sternwarte bis zum Siedpunkte des Waſſers um ein Drittel zunahm; ſo daß das Zunehmen vom Eispunkte bis zum Siedpunkte etwa zwey Fünftel beträgt.

Lambert (Pyrometrie, Berlin, 1779. 4.) fand das Volumen der Luft bey der Kälte des Eispunkts, durch eine Vermehrung der Wärme bis zum Siedpunkte, um 375 Tauſendtheile vergrößert, wofür er jedoch bey der Anwendung nur 370 nimmt. So darf man auf jeden fahrenheitiſchen Grad (wofern auf jeden gleich viel kömmt) 2,05 Tauſendtheile rechnen.

De Lüc (Recherches ſur les modif. de l'atmoſph. To. II.) ſchließt aus ſeinen Beobachtungen, die Höhe einer Luftſäule ändere ſich, wenn die Temperatur 16¾ Grad nach Reaumür iſt, für jeden Grad Aenderung der Wärme, um

$\frac{1}{211}$, ſ. Höhenmeſſung, barometriſche. Wäre ſie nun bey der angegebenen Temperatur = 215, ſo würde ſie beym Eispunkte = $198\frac{1}{4}$, beym Siedpunkte = $278\frac{1}{4}$ ſeyn, und ſich von jenem bis zu dieſem um $\frac{80}{198\frac{1}{4}}$ d. i. um 403 Tauſendtheile ändern. So kommen auf jeden fahrenheitiſchen Grad 2,23 Tauſendtheile.

Der Ritter Shukburgh (Phil. Trans. 1777. P. I. n. 29.) giebt aus eignen Verſuchen an, das Volumen der Luft beim Eispunkte wachſe, wenn die Wärme um 1 fahrenh. Grad zunimmt, um 2,43 Tauſendtheile.

Roy (Philoſ. Tr. 1777. n. 34.) beſtimmt aus ſehr ſorgfältigen Verſuchen mit dem Luftthermometer die Ausdehnung bey den gewöhnlichen Temperaturen (66 — 70° fahr.) für jeden Grad Aenderung der Wärme, auf 2,45 Tauſendtheile des Volumens. Dies macht 2,69 Tauſendtheile desjenigen Volumens aus, welches die Luft bey der Temperatur des Eispunkts hat.

Herr Kramp (Geſch. der Aeroſtatik, Th. I. S. 112.) nimmt aus Mayers Beſtimmungen der aſtronomiſchen Stralenbrechung an, wenn das reaumüriſche Thermometer auf 10 Grad ſtehe, ändere ſich die ſpecifiſche Federkraft der Luft, bey 1 Grad Aenderung der Wärme, um $\frac{1}{220}$. Nun ſetze man ſie bey 10 Grad Wärme = 220, ſo wird ſie beym Eispunkte = 210 beym Siedpunkte = 290 ſeyn, und ſich von jenem bis zu dieſem um $\frac{80}{210}$ d. i. um 381 Tauſendtheile ändern, wovon auf 1 fahrenh. Grad 2,117 kommen.

Herr de Sauſſure (Eſſais ſur l'hygrometrie p. 156.) giebt an, daß ein Grad Thermometerveränderung ſein Manometer um $\frac{22}{16}$ Lin. ändere, und berechnet daraus für den Barometerſtand 27 Zoll die Ausbreitung der Luft auf 4,24383 Tauſendtheilchen auf den reaumüriſchen, oder 1,88615 für den fahrenheitiſchen Grad.

Dieſe verſchiedenen Reſultate bequem zu überſehen, dient folgende Tabelle.

Volumen der Luft

	beym Eis- punkte		beym Sied- punkte		Ausdehnung für jeden fahr. Gr.
nach Amontons	1000	- -	1400	- -	2,22
— Lambert	1000	- -	1375	- -	2,05
— de Lüc	1000	- -	1403	- -	2,23
— Shuckburgh	1000	- -	1437,4	- -	2,43
— Roy	1000	- -	1484,21	- -	2,69
— Kramp	1000	- -	1381	- -	2,117
— de Sauſſüre	1000	- -	1339	- -	1,886

Aus **Roy's** Verſuchen iſt noch zu bemerken, daß die Ausbreitung weder für jede Dichte der Luft, noch für jeden Grad der Wärme, gleich groß iſt. War z. B. die Dichte der Luft $2\frac{1}{2}$ mal ſo groß, als bey der Barometerhöhe 30 engl. Zoll, ſo betrug die Ausdehnung vom Eis- zum Siedpunkte nur 434 Tauſendtheile. War die Dichte $\frac{1}{5}$ von der Dichte der Atmoſphäre, ſo machte ſie 484, und war die Dichte $\frac{1}{6}$, nur 141,5 Theile aus. Vom 52ſten bis zum 72ſten Grade der fahrenheitiſchen Scale war die Ausdehnung am ſtärkſten: das Maximum ſchien bey 57 Grad zu ſeyn. Beym Eispunkte und zwiſchen 112 und 132 Grad waren die Ausdehnungen der Luft und des Queckſilbers übereinſtimmend; bey Fahrenheits Null und beym Siedpunkte dehnte ſich die Luft weniger, als das Queckſilber, aus. Feuchte Luft, und beſonders heiße Dämpfe, waren einer weit beträchtlichern Ausdehnung unterworfen.

Unter den Reſultaten der Tabelle hält doch de **Lücs** Angabe ziemlich das Mittel. Nach ihr verhält ſich die ſpecifiſche Federkraft der Luft, wenn das reaumüriſche Thermometer r Grade zeigt, allezeit, wie $198\frac{1}{4} + r$. Dieſe Veränderung beträgt vom Eispunkte bis zum Siedpunkte ohngefähr zwey Fünftel, von der größten gewöhnlichen Kälte in unſern Gegenden (−8°) bis zur Sommerwärme (30°) ein Fünftel des Ganzen, ſ. Höhenmeſſung, barometriſche. Beym Worte: Aeroſtat habe ich angenommen, die Hitze beym Füllen der Montgolfieren dehne die Luft um ein Drittel aus.

Was höhere Grade der Hitze wirken, läſt ſich auf folgende Art unterſuchen. Man erhitzt ein Gefäß mit enger Oefnung bis auf einen gewiſſen Grad, ſo dehnt ſich die Luft darinn ſtark aus, und geht großentheils durch die Oefnung aus dem Gefäße. Man hält alsdann die Oefnung unter Waſſer, ſo zieht ſich beym Abkühlen die Luft wieder zuſammen, und der Druck der äuſſern Luft treibt Waſſer ins Gefäß, aus deſſen Menge man alsdann auf die Größe der Ausdehnung ſchließen kan. So hat Robins (Neue Grundſätze der Artillerie, durch Euler, Berlin 1745. 8. S. 963. f.) gefunden, daß die Hitze eines weißglühenden Eiſens die Luft in einen 4mal größern Raum ausdehne, als den ſie kalt einnimmt.

Wie ſtark Dünſte oder Feuchtigkeit auf die ſpecifiſche Federkraft der Luft wirken, iſt noch weniger genau beſtimmt. Lambert (Abhandl. von den Barometerhöhen und ihren Veränd. in den Abhandl. der churbayr. Akad. der Wiſſ. III. B. 2 Th.) hat hieher gehörige Unterſuchungen angeſtellt, und dabey das Barometer mit dem Luftthermometer des Bernoulli zu verbinden vorgeſchlagen. Er nimmt an, daß die Dünſte die Federkraft der Luft aus zwoen Urſachen verſtärken, weil ſie die Lufttheilchen zuſammenpreſſen, und weil ſie das Gewicht der obern Luft vergrößern. Auf dieſe Grundſätze baut er eine Methode, die Menge der Dünſte zu erfahren, und alſo die gedachten Werkzeuge als Hygrometer zu gebrauchen. Aber dieſer ſinnreiche Gedanke, wovon man auch Karſten (Lehrbegrif der geſ. Math. III. Th. Aeroſtatik, VIII. Abſchn. §. 110 u. f.) nachleſen kan, würde in der Ausführung großen Schwierigkeiten unterworfen ſeyn.

Man muß vielmehr die Menge der Dünſte oder den Grad der Feuchtigkeit vorher kennen, ehe man aus Beobachtungen beſtimmen kan, wie groß der Einfluß derſelben auf die Federkraft der Luft ſey. Daher gehört zu dieſen Beſtimmungen eine genauere Hygrometrie, als wir noch bis jezt haben, ſ. Hygrometer. Herr de Sauſſüre (Eſſais ſur l'hygrometrie §. 110.) fand, daß die abſolute Elaſticität der eingeſchloßnen Luft, bey einer Temperatur von 14–15 Grad nach Reaumür, durch den Uebergang von der größten

Trockenheit bis zur größten Feuchtigkeit um $\frac{1}{54}$ ihrer Größe zunahm; indem ſein Barometer in einer verſchloßnen Glaskugel bey dieſem Uebergange von 27 Zoll auf 27 Zoll 6 Lin. ſtieg, welche Veränderung den 54ſten Theil von 27 Zollen ausmacht.

Weil ſich aber durch die Sättigung mit Feuchtigkeit (wobey 751 Gran trokne Luft 10 Gran Waſſer auflöſen) auch zugleich die Dichte ändert, und zwar hier in gleichem Verhältniße mit der Maſſe, weil in verſchloßnen Gefäßen das Volumen immer daſſelbe bleibt, ſo ergeben ſich hieraus folgende Verhältniße für eine gleich warme Luftmaſſe:

	trokne Luft		feuchte Luft
abſolute Elaſt. A	751	- -	$751 + \frac{751}{54} = 751 + 14 = 765$
Dichte D	751	- -	$751 + 10 = 761$
ſpecifiſche El. $E = \frac{A}{D}$	1	- -	$\frac{765}{761}$

daß alſo die ſpecifiſche Federkraft der Luft beym Uebergange von der völligen Trockenheit zur völligen Näſſe um $\frac{4}{761}$ oder $\frac{1}{190}$ verſtärkt wird. In freyer Luft wird ſich alſo, bey ungeänderter Barometerhöhe und Wärme, des Volumen der Luft, wenn ſie feucht wird, um eben ſoviel ausdehnen. Im Durchſchnitt wäre dies $\frac{1}{19000}$ für jeden Grad des Sauſſüriſchen Hygrometers. Es kömmt aber nicht auf jeden Grad gleich viel. Auch ändern ſich die Gröſſen dieſer Ausdehnung für andere Barometerhöhen und Temperaturen. Herr de Sauſſüre hat zwar über dies alles die Reſultate ſeiner Verſuche in Tabellen gebracht; er erinnert aber ſelbſt, daß man ſie für nichts mehr, als die erſte Anlage zu fernern Unterſuchungen zu halten habe.

Endlich ändert ſich auch die Federkraft der Luft durch die chymiſche Miſchung derſelben. Die Atmoſphäre iſt ein Gemiſch mehrerer luftförmigen Stoffe, vornemlich dephlogiſtiſirter, phlogiſtiſirter und fixer Luft, ſ. Gas, atmoſphäriſches. Alle dieſe Stoffe haben verſchiedene ſpecifiſche Schweren, d. h. bey gleichem Drucke verſchiedene Dichten, mithin auch ſehr verſchiedene ſpecifiſche Elaſticitäten; alſo muß ihre Verbindung in abwechſelnden Verhältnißen

vielfältige Aenderungen in der Federkraft dtr Luſt veranlaſſen. Hierauf hat **Bouguer** zuerſt aufmerkſam gemacht; die beſten Bemerkungen darüber ſind die von Herrn **Kramp** (Anhang zur Geſch. der Aeroſtatik, Straßburg, 1786. gr. 8.)

Boyle, Hales und **Deſaguliers** glaubten, die Federkraft der Luft werde durch verſchiedene Mittel, z. B. durch angezündeten Schwefel, Steinkohlen, Zunder, durch eine Lichtflamme u. ſ. w. **geſchwächt**. Man weiß aber jezt, daß dieſes bey allen Verbrennungen in eingeſchloßner Luſt vorkommende Phänomen, nicht Schwächung der Federkraft, ſondern wahre Verminderung der Maſſe iſt, wobey die ſpecifiſche Schwere vermindert, mithin die ſpecifiſche Federkraft ſogar vergröſſert wird, ſ. **Gas, phlogiſtiſirtes.**

Dichte und Gewicht der Luft an der Erdfläche.

Das Manometer giebt nur Verhältniße verſchiedener Dichtigkeiten der Luſt an. Um dieſe mit der Dichte anderer Körper zu vergleichen, muß man wenigſtens eine derſelben, welche bey einer beſtimmten Barometerhöhe, Wärme ꝛc. ſtatt findet, mit der Dichte des Waſſers oder Queckſilbers zuſammenhalten. Das natürlichſte Mittel dazu ſchien dieſes zu ſeyn, daß man ein beſtimmtes Volumen Luft abwöge, und ſein Gewicht mit dem Gewichte eines gleichen Volumens Waſſer vergliche, ſ. **Schwere, ſpecifiſche.**

Galilei, der die Schwere der Luft ſchon kannte, beweiſet dieſelbe in ſeinen Dialogen (Diſcorſi intorno a due nuove ſcienze. 1638 Giornata 1.) unter andern daraus, weil eine hohle Kugel ſchwerer wird, wenn man mehr Luft in ſie hineinpreſſet. Er hatte den Verſuch mit Hülfe einer Spritze wirklich zu Stande gebracht, und meldet, er habe die Luft 400mal leichter, als eben ſoviel Waſſer, gefunden: er hat aber ohne Zweifel noch nicht die richtigen Gründe einer ſolchen Berechnung gekannt.

Der **P. Merſenne** bediente ſich einer Aeolipile, ſ. **Windkugel**, die er zuerſt mit der Luft darinn abwog, dann aber auf Kohlen legte, die Luft durch die Hitze heraus trieb, und hierauf die Kugel leichter fand. Daraus be-

rechnete er, die Luft ſey 1346mal leichter, als Waſſer. Weil aber die Hitze nie alle Luft heraustreibt, ſo giebt dieſe Methode das Gewicht derſelben viel zu gering an. **Boyle** (Exp. phyſico-mech. de vi äeris elaſtica) wiederholte den Verſuch mit mehr Vorſicht, und fand die Luft nur 938mal leichter.

Riccioli (Almag. nov. L. II. c. 5.) verfuhr noch fehlerhafter. Er wog eine leere Ochſenblaſe, bließ ſie dann mit Luft auf, und fand ſie um 2 Gran ſchwerer. Hieraus ſchloß er, die Luft in der Blaſe habe 2 Gran gewogen, und ſey 10000mal leichter, als Waſſer, geweſen. Es kan aber die aufgeblaſene Blaſe nicht mehr wiegen, als die leere, wie **Jacob Bernoulli** (Act. Erud. Lipſ. 1685. p. 436.) ſehr richtig zeigt. Sie nimmt nemlich aufgeblaſen mehr Raum ein, treibt alſo mehr äuſſere Luft aus der Stelle, und verliert dadurch gerade ſoviel mehr von ihrem Gewichte, als die hineingeblaſene Luft wiegt, ſ. Gewicht (Th. II. S. 493.). Daß ſie bey Riccioli 2 Gran mehr wog, kam vermuthlich nur daher, weil er beym Einblaſen und Zubinden die innere Luft etwas mehr zuſammengedrückt hatte. Dieſe 2 Gran waren alſo nur das Gewicht des geringen mit Gewalt hineingepreßten Ueberſchußes. **Boyle** (Paradoxa hydroſt. in prolegom.) führt dieſes falſche Verfahren auch an, und ſetzt nach ſelbigem die Luft 7500mal leichter, als Waſſer.

Soll der Verſuch richtig ausfallen, ſo muß man feſte unbiegſame Gefäße, welche beſtändig einerley Raum einnehmen, dazu gebrauchen. Am beſten ſchicken ſich kupferne hohle Kugeln mit einem Hahne, die man auf das Saugrohr der Luftpumpe ſchrauben kan. Eine ſolche Kugel wiegt man vorher ab, zieht alsdann die Luft ſo genau, als möglich, aus, verſchließt den Hahn, und wiegt die luftleere Kugel wieder. Der Unterſchied des Gewichts vom vorigen wird dem Gewichte der Luft, die in ihr Raum hat, ſehr nahe kommen. Freylich kan man nicht alle Luft aus der Kugel ziehen; aber eine gute Luftpumpe wird immer ſoviel leiſten, daß der zurückbleibende Theil unbeträchtlich wird.

So hat **Wolf** (Nützl. Verſuche 1 Theil §. 86.) den Verſuch angeſtellt. Seine Kugel hatte 132 rheinl. Deci-

maßlinien im Durchmeſſer, hielt alſo im körperlichen Raume 1203708 Cubiklinien. Luftleer wog ſie 704 Gran weniger, als ſonſt. Alſo wiegen 1000000 Cubiklinien oder 1 rheiniſch. Cubikſchuh Luft $\frac{704000000}{1203708}$ d. i. beynahe 585 Gran. Ein Cubikſchuh Waſſer wiegt nach Wolfs Angabe 495000 Gran; und ſo giebt dieſer Verſuch die Luft $\frac{495000}{585}$ oder faſt 846 mal leichter als das Waſſer.

Durch ähnliche Verſuche fanden **Burkard de Volder** (Quaeſt. acad. de aëris grauitate, §. 52.) die Luft 970 mal, **Homberg** (Mém. de Paris, 1693) 800 mal, **Hawksbee** 885 mal leichter, als Waſſer. **Halley** nahm ſie 800 — 860 mal leichter an, und **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2059.) ſetzt die Grenzen 606 bis 1000 mal. **s'Graveſande** (Phyſ. Elem. math. L. IV. c. 5. §. 2164.) bediente ſich einer von Jacob Bernoulli vorgeſchlagnen Methode, das luftleere Gefäß im Waſſer zu wägen, und findet dadurch die ſpecifiſchen Schweren des Waſſers und der Luft, wie 798 zu 1.

Wenn ſolche Verſuche etwas beſtimmtes lehren ſollen, ſo muß dabey wenigſtens Barometerſtand und Wärme (eigentlich auch Feuchtigkeit und Reinigkeit der Luft) angegeben, und auf die Verſchiedenheit des Waſſers Rückſicht genommen werden. Das haben aber die genannten Naturforſcher gar nicht beobachtet, daher man auch keinen genauen Gebrauch von ihren Reſultaten machen kan. Inzwiſchen läßt ſich im Durchſchnitte, für eine mittlere Barometerhöhe ($27\frac{1}{2}$ par. Zoll) und bey einer mittlern Temperatur (10° Reaum.) die Luft etwa 800 mal leichter, als Waſſer annehmen. So iſt, des Waſſers Dichte $= 1$ geſetzt, die Dichte dieſer Luft $= \frac{1}{800}$ oder $= 0{,}00125$.

Die barometriſchen Höhenmeſſungen zeigen einen andern Weg, die Dichte der Luft zu beſtimmen. Man findet bey dem Worte: **Höhenmeſſung** (Th. II. S. 618.) erwieſen, daß die Subtangente oder das c der dort gefundenen allgemeinen Formel, durch die Barometerhöhe f di-

vidirt, anzeige, wievielmal das Queckſilber ſchwerer iſt als die Luft bey dieſer Barometerhöhe. Könnte man nun unter den (S. 632.) angegebnen Werthen von c einen als zuverläßig anſehen, ſo wäre daraus die Dichte der Luft für jede Barometerhöhe leicht zu finden, und dem Grade der Wärme gemäß zu berichtigen.

Nach **Lambert, Mayer** und **de Lüc** iſt c = 4342 Toiſen, wenn nach letzterm die Temperatur $+16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaumür iſt. Dies gäbe für die Barometerhöhe $27\frac{1}{2}$ Zoll

$$\frac{c}{f} = \frac{4342 . 6 . 12}{27,5} = 11368$$

alſo die Luft 11368 mal leichter, als Queckſilber, oder (die Dichten von Queckſilber und Waſſer, wie 14:1 geſetzt) 816 mal leichter, als Waſſer. Für jeden Grad Aenderung der Wärme ändert ſich dieſe Zahl um $\frac{1}{215}$, d. i. um 3,8. Für 10 Grad Temperatur wird ſie alſo $816 - 6\frac{3}{4} . 3,8 = 791$, welches dem oben angegebenen Mittel 800 ſehr nahe kömmt.

Setzt man nun das Gewicht des rheinländiſchen Cubikſchuhs Waſſer $64\frac{1}{2}$ Pfund, des pariſer Cubikſchuhs 72 Pf. ſ. **Waſſer**, ſo findet ſich das abſolute Gewicht

des rheinl. Cubikſchuhs Luft $= \frac{64,5 . 7680}{800} = 619$ Gran,

des pariſer — — — $= \frac{72 . 7680}{800} = 691$ —

oder $2\frac{7}{8}$ Loth. Hr. D. **Gren** (Grundriß der Naturlehre, Halle, 1788. 8. §. 620.) ſetzt aus eignen Verſuchen das Gewicht eines rheinländiſchen Cubikſchuhs Luft, welche nicht ſehr feucht iſt und die Temperatur 65° Fahrenh. hat, bey der Barometerhöhe 27 Zoll 8 Lin., auf 615,083 Gran Medicinalgewicht.

Luft in den Körpern. Luftgeſtalt der Materie.

Einige Körper, z. B. Glas, Metall, naſſes Leder, ſind für die Luft undurchdringlich, andere nicht. Dieſe Verſchiedenheit hängt nicht bloß von der Größe der Zwiſchen-

räume ab, ſondern kömmt auch auf Verwandſchaft und Anhängen der Luft an. Man darf alſo nicht mit Nollet ſchließen, die Luft habe gröbere Theile, als das Waſſer, weil ſie nicht durch naſſes Leder geht.

An viele Körper hängt ſich die Luft ſtark und häufig, und kan nur mit großer Schwierigkeit aus ihren Zwiſchenräumen gebracht werden. So iſt das Holz gewöhnlich voll Luft. Auch in flüßigen Körpern, z. B. Waſſer, Bier, Milch, Seifenwaſſer, hält ſie ſich in großer Menge auf, und ſteigt aus denſelben, wenn man ſie erwärmt, oder unter die Glocke der Luftpumpe bringt, in Blaſen in die Höhe. Legt man Holz mit einer daran gebundnen Bleykugel unter Waſſer, und pumpt die Luft darüber hinweg, ſo ſteigen dieſe Blaſen in noch größerer Menge auf, und das Holz ſinkt nach Anſtellung dieſes Verſuchs im Waſſer unter — ein Zeichen, daß es bloß wegen der Menge ſeiner mit Luft angefüllten Zwiſchenräume auf dem Waſſer ſchwimmt. Selbſt im Queckſilber hält ſich Luft auf, und es koſtet Mühe, ſie herauszutreiben, ſ. Barometer. Auch nehmen Körper, welche von der Luft befreyt worden ſind, dergleichen wieder in ſich, wenn ſie ihr eine Zeitlang ausgeſetzt werden.

Auſſer dieſer Luft in den Zwiſchenräumen der Körper (aër poroſitatis) nahm man ſonſt noch eine zu ihren Beſtandtheilen ſelbſt gehörige und mit ihnen gleichſam verkörperte **Luft** (aër mixtionis) an. Man ſahe nemlich aus den meiſten Körpern, wenn ſie durch Säuren, Feuer u. dgl. zerſetzt wurden, einen luftförmigen Stof hervorgehen, der oft einen viele hundertmal größern Raum einnahm, als der zerſetzte Körper ſelbſt. Eben darinn beſteht das bey Auflöſungen ſo gewöhnliche Aufbrauſen. Boyle, Hales u. a. glaubten, dieſer Stof ſey weſentlich luftartig, und mache, als ein ſolcher, einen Beſtandtheil der Körper aus. Sie nannten ihn **künſtliche** oder **figirte, feſte Luft** (aër factitius, fixus), und als neuere Unterſuchungen lehrten, daß es mehrere und ſehr weſentlich unterſchiedene Stoffe dieſer Art gebe (ſ. Gas), ſo glaubten die meiſten Phyſiker, dieſe Luftgattungen wären als urſprünglich luftartige

Stoffe in der Miſchung der Körper äußerſt eng zuſammengepreßt oder eingekerkert, woher denn auch die gewöhnlichen Ausdrücke des **Entbindens** oder **Entwickelns** der Gasarten entſprungen ſind.

Nun iſt es zwar unleugbar, daß eben die Materie, welche nach der Entwickelung den luftförmigen Stof ausmacht, vorher in der Miſchung des Körpers enthalten war. So wird niemand zweifeln, daß die durch Vitriolſäure aus der Kreide getriebne Luftſäure zuvor einen Beſtandtheil der Kreide ſelbſt ausgemacht habe. Allein man muß ſich hiebey nicht vorſtellen, daß ſie im feſten Körper ſchon Luft geweſen, und nur durch Einſperrung oder Cohäſion verhindert worden ſey, ihre Elaſticität zu zeigen; welchen falſchen Begrif dennoch viele Schriftſteller mit den Worten: **verkörperte, eingekerkerte Luft** (aër incorporatus, incarceratus) verbinden. Eine ſolche Einkerkerung elaſtiſcher Luft würde die ſchrecklichſten Exploſionen veranlaſſen, die auch in der That erfolgen, wenn ſich plötzlich erzeugte Gasarten nicht ſogleich genugſam ausbreiten können, ſ. **Knallpulver, Schießpulver.**

Vielmehr iſt die Materie, ſo lang ſie ſich in der Miſchung des zerſetzten Körpers befindet, noch nicht Luft, und ihr Uebergang in eine Luftart macht eine eigne Veränderung ihrer Form oder ihres Zuſtands aus. So wie Feſtigkeit und Flüßigkeit, wie Dampfgeſtalt und Tropfbarkeit, verſchiedene Zuſtände ſind, in welchen ſich eine und eben dieſelbe Subſtanz zeigen kan, ſo iſt auch Luftgeſtalt oder **permanent-elaſtiſche Form** ein bloßer Zuſtand der Materie, welchen dieſelbe annehmen oder verlaſſen kan, ohne daß ſich ihre Subſtanz ändert. So iſt es vielleicht ein und ebenderſelbe Stof, der in feſter Geſtalt Eis, in tropfbarer Waſſer, in Dampfgeſtalt Waſſerdampf, in Luftgeſtalt dephlogiſtiſirte Luft genannt wird.

Man findet alſo in der Miſchung der Körper nicht Luft (aërem mixtionis), ſondern Stoffe, welche durch gewiſſe Bearbeitungen die Luftgeſtalt annehmen. Einige dieſer Stoffe kennt man freylich bloß unter dem Namen der Luft. Man wird mich daher nicht falſch verſtehen,

wenn ich hin und wieder ſage, man finde im Salpeter dephlogiſtiſirte, in den Mineralwaſſern fixe, in vielen Körpern brennbare Luft u. ſ. w.

Da die Uebergänge aus Feſtigkeit in Flüßigkeit, und aus Tropfbarkeit in Dampfgeſtalt, durchs Feuer oder durch den Stof der Wärme bewirkt werden, ſ. **Flüßig, Dämpfe**, ſo iſt es wahrſcheinlich, daß eben dieſes Feuer den Subſtanzen, durch eine noch innigere Verbindung mit denſelben, auch die **Luftgeſtalt** gebe. Wenigſtens iſt dies faſt die allgemeine Meinung der beſten neuern Naturforſcher, ſ. **Elaſticität** (dieſes Wörterb. Th. I. S. 705.) **Gas** (Th. II. S. 350. u. f.). Vermehrung der Wärme verſtärkt die ſpecifiſche Federkraft. Das weſentliche Kennzeichen der Gasarten, daß ſie durch die Kälte nicht tropfbar werden, zeigt eine innige Vereinigung mit dem Stof der Wärme an. Bey den Verſuchen mit den Luftgattungen zeigt ſich deutlich, daß bey jedem Uebergange in den luftförmigen Zuſtand Wärme gebunden, und bey jeder Verwandlung einer Gasart in einen feſten, tropfbaren oder dampfähnlichen Körper Wärme frey werde. Dies macht es ſehr glaublich, daß die Luftgeſtalt blos als ein eigner von inniger Verbindung mit dem Feuer herrührender Zuſtand der Materie zu betrachten ſey.

Käſtners Aerometrie in den Anfangsgr. der angew. Mathem. II Th. 1. Abth. Gött. 1780. 8.

Karſtens Lehrbegrif der geſammt. Math. III Theil, Aeroſtatik, VI Th. Pneumatik.

Wolfs nützl. Verſuche zur Erkenntniß der Natur und Kunſt. I Theil. Halle, 1721. 8. Cap. V.

Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. 4te Aufl. Gött. 1787. 8. §. 202. und f.

F. A. C. Grens Grundriß der Naturlehre. Halle, 1788. 8. §. 579. und f.

Luft, fixe, feſte, ſ. **Gas, Gas, mephitiſches.**

Luftarten, ſ. **Gas.**

Luftball, ſ. **Aeroſtat.**

Luftbegebenheiten, ſ. **Meteore.**

Luftelektricität, atmoſphäriſche Electricität, Electricitas aërea ſ. atmoſphaerica, *Electricité aërienne ou*

de l'atmoſphère. Die Elektricität der in der Atmoſphäre befindlichen Luft, Dünſte und Wolken. Sie iſt die Urſache des Blitzes, und in dieſer Rückſicht ſchon bey dem Worte: **Blitz** betrachtet worden. Aber auch auſſer der Zeit der Gewitter findet man im Luftkreiſe ſtets einige Elektricität, zu deren Beobachtung entweder gewöhnliche Elektrometer, oder beſondere Vorrichtungen, ſ. **Drache elektriſcher, Luftelektrometer,** gebraucht werden.

Als man auf **Franklins** Veranlaſſung im Jahre 1752 die Elektricität der Gewitter durch unmittelbare Erfahrungen bewieſen hatte, fand **le Monnier** (Obſ. ſur l'électricité de l'air in den Mem. de Paris, 1752.) zuerſt durch ſeine zu St. Germain en Laye angeſtellten Verſuche die Luft auch auſſer der Zeit der Gewitter elektriſch. Der Abbe **Mazeas** (Obſerv. upon the electricity of the air, made at the chateau de Maintenon, June July and Oct. 175 . in den Philoſ. Tranſ. Vol. XLVIII. no. 57.) ſpannte auf dem Schloße Maintenon einen 370 Fuß langen eiſernen Drath aus, deßen Enden 90 Fuß hoch über der Erde an ſeidnen Schnüren hiengen, und der mit einem elektriſchen Drachen verbunden war. Durch dieſe Vorrichtung fand er die Luftelektricität an jedem trocknen Tage von Sonnenaufgang an bis Abends um ſieben oder acht Uhr merklich, indem der Drath leichte Körper auf einige Linien weit anzog; bey feuchtem Wetter aber und in der Nacht konnte er kein Zeichen der Elektricität wahrnehmen. Auch **Kinnersley** (Philoſ. Trans. Vol. LIII. no. 21.) hatte gefunden, daß eine recht trockne Luft allemal eine ziemlich ſtarke Elektricität zeigte, welche ſich ſehr leicht aus derſelben herableiten ließ. Wenn eine negativ elektriſirte Perſon im Dunkeln eine lange Nadel mit ausgeſtrecktem Arme in die freye Luft empor hielt, ſo leuchtete die Spitze der Nadel.

Weit mehrere und genauere Beobachtungen der Luftelektricität ſtellte **Beccaria** zu Turin an (Lettere del elettriciſmo, in Bologna, 1758. gr. 4.). Bey klarem Himmel und ſtillem Wetter nahm er allezeit, wiewohl mit ei-

niger Unterbrechung, Zeichen der Elektricität wahr. Hingegen bey windigem, oder bey feuchtem Wetter, wobey es nicht wirklich regnete, zeigte ſich keine Luftelektricität. Bey Regenwetter ward ſeine Geräthſchaft allemal kurz vor dem Regen elektriſch, und hörte erſt kurz vor dem Ende deſſelben auf, es zu ſeyn. Je höher ſeine Stangen reichten oder ſeine Drachen flogen, deſto ſtärker ward ihre Elektricität, und wenn er von zwoen 140 Fuß von einander entfernten Stangen die höhere berührte, ſo gab in demſelben Augenblicke die andere, welche 30 Fuß niedriger war, ſchwächere Funken, die aber bald wieder ſtärker wurden, ob er gleich ſeine Hand an der höhern Stange liegen ließ. Uebrigens hat **Beccaria** auf ſeine Beobachtungen der Luftelektricität ein nicht unberühmtes Syſtem von Erklärungen gegründet, nach welchem nicht nur Gewitter, Regen, Schnee und Hagel, ſondern auch Sternſchnuppen, Nordlichter, Waſſerhoſen, Erdbeben und Vulkane als Wirkungen der Elektricität betrachtet werden.

Ueber die Elektricität der Luft bey heiterm Himmel hat **Beccaria** in der Folge noch mehr Beobachtungen mitgetheilt (Oſſervazioni della elettricità terreſtre átmosferica a cielo ſereno, bey ſ. Elettriciſmo artificiale, in Torino, 1772. 4.). Er fand ſie beſtändig bey Tag und bey Nacht poſitiv, bey kaltem Wetter ſtärker, als bey warmem; durch trockne Winde ward ſie geſchwächt, durch die in der Luft ſchwebenden Dünſte aber verſtärkt oder angehäuft, wofern nicht dieſe Dünſte zugleich eine Ableitung in die Erde veranlaßten. Daher war ſie bey Nebeln, die nicht niederfielen, am ſtärkſten. Wenn dicke Wolken herankamen, oder auch nur der Wind von einem entfernten Gewölke herbließ, inngleichen wenn es regnete, war ſie gemeiniglich negativ.

Hiemit ſtimmen auch die Beobachtungen von **Ronayne** in Irland (Phil. Trans. Vol. LXII. p. 138.), von **W. Henly** (Phil. Tr. Vol. LXIV. p. 422.) und von **Cavallo** (Treatiſe of electricity. P. IV. c. 2. 3.) überein. Der letztere beobachtete zu Islington die Luftelektricität ſo-

wohl mit Hülfe eines Drachen, als auch mit einem eignen Luftelektrometer. Die Reſultate hievon laſſen ſich auf folgende Sätze bringen.

I. Es giebt im Luftkreiſe allezeit einige Elektricität. Sie iſt bey kaltem Wetter ſtärker, als bey wärmem, auch bey Nacht nicht geringer, als am Tage.

II. Dieſe Elektricität iſt allezeit poſitiv; nur der Einfluß ſchwerer Wolken oder des Regens kan verurſachen, daß die Werkzeuge eine negative Elektricität angeben.

III. In der Regel findet ſich die ſtärkſte Elektricität bey dickem Nebel und bey kaltem Wetter; die ſchwächſte hingegen bey trüber, warmer und zum Regen geneigter Witterung.

IV. In der Höhe iſt die Elektricität ſtärker, als an niedrigen Orten. Vielleicht mag ſie in den obern Gegenden des Luftkreiſes auſſerordentlich ſtark ſeyn.

V. Wenn es regnet, iſt die Elektricität des Drachen mehrentheils negativ, und ſehr ſelten poſitiv.

VI. Wenn das Wetter feucht, und die Elektricität ſtark iſt, ſo erſetzt ſich dieſelbe, wenn man einen Funken aus der Schnur des Drachen gezogen hat, mit groſſer Geſchwindigkeit wieder: aber bey trocknem und warmen Wetter geſchieht dieſer Erſatz außerordentlich langſam.

Die Elektricität der **Wolken** iſt, wie ſchon **Franklin** bemerkt hat, oft negativ; ſie verſchlucken bisweilen durch den Apparat eine ſtarke und vollgeladne Flaſche poſitiver Elektricität, von welcher der Apparat ſelbſt nicht den hundertſten Theil hätte annehmen und behalten können. Wahrſcheinlich werden die Wolken dadurch negativ, daß ſie in den Wirkungskreis größerer poſitiver Wolken kommen.

Der tägliche Gang der Luftelektricität iſt in der Regel folgender. Bey trockner Luft entſteht des Morgens vor Sonnenaufgang einige Elektricität, die man aber, weil die Luft gewöhnlich die Nacht über feucht iſt, nur ſelten bemerken kann. Des Vormittags wird die Elektricität nach und nach ſtärker, je höher die Sonne ſteigt, und et-

reicht endlich einen Grad, auf dem ſie ſtehen bleibt, bis die Sonne bald untergehen will. Alsdann aber nimmt dieſe tägliche Elektricität deſto mehr ab, je feuchter die Luft iſt. In den kühlern Jahrszeiten entſteht, wenn der Himmel heiter iſt, ein wenig Wind wehet und die Trockenheit ſtark zunimmt, nach Sonnenuntergang mit Anfang des Thaues eine Elektricität von beträchtlicher Stärke, welche ſich im Apparat beym Funkenziehen ſehr ſchnell wieder erſetzt, und langſam vergehet. In gemäßigten oder warmen Jahrszeiten zeigt ſich dieſe Elektricität ſogleich mit Sonnenuntergang; ſie fängt mit größerer Geſchwindigkeit an, vergeht aber auch früher.

Bey Gewittern bewirken die Blitze ſchnelle Veränderungen der Luftelektricität. Oft wird dieſelbe dadurch weiter verbreitet, bisweilen vermindert, bald verſtärkt, bald ſogar in die entgegengeſetzte verwandlet; bisweilen kömmt ſie, wenn vorher gar keine da war, mit einem Blitze plötzlich zum Vorſchein. Empfindliche Elektrometer, z. B. das Bennetſche, zeigen ſchon Veränderungen, wenn es nur von weitem am Horizonte blitzt.

Dieſe Elektricität der Atmoſphäre theilt ſich nun den Wolken mit, und häuft ſich in ihnen, , als in iſolirten Leitern, an. Dies iſt unſtreitig die Urſache der Gewitterelectricität. Woher aber die Luftelektricität ſelbſt ihren Urſprung nehme, läßt ſich nicht zuverläßig beſtimmen. Man giebt insgemein die Reibung der Wolken und Lufttheilchen an einander, durch Winde und Luftſtröme, zur Urſache an: allein es hat ſchon **Wilke** (Anm. zu Franklins Briefen über die Elektr. Leipz. 1758. 8. S. 299.) ſehr richtig erinnert, daß die Erregung der Elektricität durch Reiben allemal verſchiedene Körper vorausſetze, deren einer poſitiv, der andere negativ elektriſirt wird, welches in der Luft keine andere Folge, als dieſe, haben könnte, daß die poſitiven und negativen Theilchen einander anzögen, und die erregte Elektricität wieder verlöhren. Auch zeigen die Beobachtungen, daß ſtarke Winde die Luftelektricität vielmehr ſchwächen. Franklin nahm daher an, die Waſſerdünſte, aus welchen die Wolken beſtehen, würden durch ihre ſtarke

Verdünnung von ſelbſt negativ elektriſirt, daher wären alle Wolken, beſonders die Seewolken, auch ohne Reibung elektriſch; Beccaria hingegen ſahe die Wolken blos als Leiter an, welche die Elektricität des Erdbodens aus einem Orte in den andern überführten.

Wahrſcheinlicher iſt die Muthmaſſung, welche Canton zuerſt geäuſſert hat, daß die Luft, wie der Turmalin, durch die Abwechſelungen der Wärme und Kälte elektriſirt werde. Wilke ſtimmt dieſer Meinung bey, und hält die Spitzen der Berge, an welchen ſo oft Gewitterwolken entſtehen, ebenfalls für ſolche Turmaline, deren Elektricität durch die Hitze verſtärkt iſt. Sie ziehen alsdann die leitenden Dünſte an, die eine Wolke bilden, durch die Mittheilung eine gleichartige Elektricität mit dem Berge erhalten, und alsdann von ſelbigem abgeſtoßen werden, u. ſ. w. Er bemerkt auch, daß die ſchwüle Hitze, welche des Sommers vor den Gewittern vorhergeht, in unſerm Körper ganz andere Empfindungen errege, als ſonſt die gewöhnliche, oft eben ſo ſtarke Wärme. Dieſe ſchwüle Luft macht träg, und der Wind bedeckt uns alsdann gleichſam mit einer heiſſen Wolke: wir empfinden eben die Beklemmung und Bangigkeit, welche man bey ſtarkem Elektriſiren fühlt, und empfindliche Perſonen ahnden ganze Tage lang das bevorſtehende Gewitter. Die gewöhnliche Abkühlung der Luft, die man insgemein als Folge der Gewitter betrachtet, läßt ſich nach dieſen Grundſätzen eher als Urſache derſelben anſehen, die ſich nur ſpäter in die untern Regionen verbreitet. Man ſ. den Art. Blitz (dieſes Wörterb. Th. I. S. 374.).

Endlich haben neuere mit dem Condenſator der Elektricität angeſtellte Verſuche gelehrt, daß jeder aufſteigende unſichtbare Dunſt elektriſch ſey. Wenn man z. B. ein Feuerbecken mit Kohlen iſolirt, und die Platte, worauf es ſteht, mit dem Condenſator verbindet, ſo entſteht Elektricität, zumal wenn man Waſſer auf die Kohlen ſpritzt. Dieſe iſt gemeiniglich negativ — ein Zeichen, daß der aufſteigende Dampf poſitiv ſey. Da nun in den Luftkreis unaufhörlich unſichtbare Dünſte aufſteigen, und die

Wolken ſelbſt aus einem Niederſchlage dieſer Dünſte entſtehen, ſo ſcheint es ſehr natürlich, dieſe Eigenſchaft der Dünſte, wo nicht für die einzige, doch gewiß für eine Haupturſache der Elektricität der Luft und der Wolken anzunehmen.

Die Luftelektricität hat auf die Geſundheit des menſchlichen Körpers, auf die Witterung, und insbeſondere auf Vegetation und Fruchtbarkeit einen nicht zu verkennenden Einfluß. Ihre Wirkungen auf die Geſundheit hat **Bertholon de St. Lazare** (Anwendung und Wirkſamkeit der Elektricität zur Erhaltung und Wiederherſtellung der Geſundheit des menſchlichen Körpers, a. d. frz. mit neuen Erfahrungen bereichert von D. **C. G. Kühn**, Leipzig, 1788. 8.) umſtändlich auseinander geſetzt. Wie nothwendig es ſey, den übrigen meteorologiſchen Beobachtungen auch Angaben der Luftelektricität beyzufügen, zeigt Herr **Achard** Mém. de l'Acad. de Pruſſe. 1780.), welcher insbeſondere erweiſet, daß das Aufſteigen und Niederfallen des Thaues durch die Luftelektricität befördert oder verhindert werden könne. Endlich ſcheint auch ihr Einfluß auf das Wachsthum der Pflanzen auſſer Zweifel zu ſeyn. Im Frühlinge, wenn ſich die Vegetation erneuert, erſcheinen auch von Zeit zu Zeit elektriſche Wolken, welche Regen ausgießen. Die Elektricität der Wolken und des Regens nimmt zu bis in die Zeit des Herbſts, in welcher die letzten Früchte eingeſammlet werden. Die elektriſche Materie ſcheint die Triebfeder zu ſeyn, welche die Dünſte ſammlet, die Wolken bildet und dann wieder gebraucht wird, ſie zu zerſtören, und in Regen aufzulöſen. Die Erfahrung lehrt auch, daß kein Begießen ſo fruchtbar ſey, als der Regen; beſonders derjenige, welcher die Gewitter begleitet. Man ſchloß ſonſt aus Verſuchen mit künſtlicher Elektricität, daß das poſitive Elektriſiren die Vegetation befördere: allein die Herren **Ingenhouß** (*Rozier* Obſerv. ſur la phyſique etc. May. 1788.) und **Schwankhard** (ſ. Magaz. für das Neuſte aus der Phyſ. V B. 1 St. S. 161. u. ſ.) haben durch ſehr ſorgfältige Verſuche

keinen Einfluß der künſtlichen Elektricität auf das Wachsthum der Pflanzen entdecken können.

Prieſtley Geſchichte der Elektricit. durch Krünitz, S. 208. u. f.

Cavallo vollſtänd. Abhandl. der Lehre von der Elektr. aus dem Engl. dritte Aufl. Leipz. 1785. gr. 8. S. 293 und 296.

Adams Verſuch über die Elektr. aus dem Engl. Leipz. 1785 gr. 8. S. 151. u. f.

Luftelektrometer, atmoſphäriſches **Elektrometer**, Electrometrum aëreum ſ. atmoſphaericum, *Electromètre aërien ou atmoſphérique.* Eine Veranſtaltung, wodurch ſich die Stärke und Beſchaffenheit der Luftelektricität beſtimmen läßt. Eigentlich gehören alſo hieher auch die elektriſchen **Drachen** und **Elektricitätszeiger**, von welchen unter beſondern Artikeln gehandelt worden iſt. Man hat aber zu Beobachtung der täglichen Elektricität der Atmoſphäre auch kleinere portative Werkzeuge angegeben, welche im eingeſchränktern Sinne den Namen der Luftelektrometer führen.

Cavallo (Vollſt. Abhandl. der Lehre von der Elektr. 4. Theil, Cap. 3.) beſchreibt ein ſehr einfaches Werkzeug dieſer Art. AB, Taf. XIV. Fig. 6. iſt eine gemeine aus mehrern Gliedern beſtehende Angelruthe, von der jedoch das letzte dünnſte Glied abgenommen iſt. Am Ende B ſteckt eine dünne mit Siegellak überzogne Glasröhre C, und an dieſer ein Stück Kork D, von welchem ein Elektrometer E mit Korkkügelchen herabhängt, ſ. **Elektrometer.** HGI iſt ein langer Bindfaden, welcher bey A befeſtiget, und bey G von einem Schnürchen FG gehalten wird; an ſein Ende I iſt eine Stecknadel befeſtiget. Wenn man dieſe in den Kork D einſteckt, ſo iſt das Elektrometer E uniſolirt. Will man nun mit dieſem Inſtrumente die Elektricität der Atmoſphäre beobachten, ſo hält man den Stab zu einem Fenſter heraus einige Secunden lang ſo in die Luft, daß er mit dem Horizonte einen Winkel von 50 bis 60° macht. Dann zieht man an dem Bindfaden bey H, und macht dadurch die Stecknadel von dem Korke D los, wodurch der Bindfaden in die punktirte Lage KL

fällt, das Elektrometer aber iſolirt, und auf die der Elektricität der Atmoſphäre entgegengeſetzte Art elektriſirt bleibt. Hierauf wird das Inſtrument zurückgezogen, und die Beſchaffenheit der Elektricität im Zimmer unterſucht.

Auch das **Taſchenelektrometer** des Cavallo, ſ. **Elektrometer** (dieſes Wörterb. Th. I. S. 810.) dient ſehr bequem zu Unterſuchung der Elektricität der Luft, des Nebels u. ſ. w. Man darf es nur ſo hoch in die Luft halten, daß es ein wenig über dem Kopfe ſteht, und man die Korkkugeln bequem ſehen kan. Dieſe werden ſogleich divergiren, wofern Elektricität vorhanden iſt; und ob dieſelbe poſitiv oder negativ ſey, wird man beſtimmen können, wenn man eine geriebene Siegellakſtange ꝛc. gegen ſie bringt.

Herr **Achard** (Mém. de l'Acad. de Pruſſe, 1780.) erfordert von einem guten Luftelektrometer, daß es portativ, leicht zu gebrauchen, beſtimmt in der Angabe des Grades und der Beſchaffenheit der Elektricität, und bey Gewittern ohne Gefahr für den Beobachter ſey. Die größte Schwierigkeit bey Verfertigung eines ſolchen Werkzeugs macht die Iſolirung, welche auch bey Regen und feuchter Luft vollkommen bleiben ſoll. Herrn Achards Inſtrument beſteht aus einem hohlen abgekürzten Kegel von Zinn, deſſen oberes Ende offen, das untere aber durch eine zinnerne Platte verſchloſſen iſt. Dieſe Platte iſt mit einer 2 Zoll dicken Lage von Pech überzogen, von deren unterer Fläche eine zinnerne Röhre herab geht, mit der man den Kegel ſo auf ein Stativ ſtellen kan, daß ſeine größere niederwärts gekehrte Grundfläche horizontal ſteht. Das Pech iſolirt den Kegel, und die untere Grundfläche des letztern muß ſo groß ſeyn, daß ſie den Regen, wenn er auch ſchief auffällt, abhalten kan, die untere Fläche des Pechs zu treffen oder zu beſpritzen; weil ſonſt das Elektrometer ſich in einen Ableiter verwandeln würde. An dem ſchmalen Theile des Kegels befeſtigt Hr. Achard einen eiſernen Stab, und hängt daran ein Thermometer und zwey Elektrometer, ein etwas langſameres und ein ſehr empfindliches, nebſt einem Fa-

den, der die geringſten Grade der Elektricität anzeigt. Um den Wind abzuhalten, iſt das Ganze in eine oben und unten offne gläſerne Glocke eingeſchloſſen, deren Grund ebenfalls mit Pech iſolirt iſt. Auch die obere Oefnung der Glocke, durch welche der eiſerne Stab hindurch geht, iſt mit Pech ausgefüllt, und um dieſes vor dem Regen zu ſchützen, iſt es mit einem gläſernen Trichter bedeckt, durch welchen der Stab ebenfalls durchgeht. Auf den Stab kan man hohle und leichte zinnerne Röhren aufſchrauben, und damit eine Höhe von 10, 20, 30 Schuhen erreichen, weil das oberſte Ende allezeit wenigſtens 6 Schuh über alle benachbarte Körper hervorragen muß. Die letzte Röhre endigt ſich in eine eiſerne ſehr ſcharfe und wohl vergoldete Spitze.

Um nun zu beſtimmen, ob die Elektricität der Luft poſitiv oder negativ ſey, geht von dem eiſernen Stabe durch das Pech am Boden des Kegels ein Drath herab, an den man einen leinenen Faden mit einer Korkkugel bindet. Nähert man dieſer Kugel Körper, welche + E haben, ſo zieht ſie dieſelben an, wenn ſie — E hat, oder ſtößt ſie ab, wenn ſie ebenfalls + E hat.

Zum Schutz gegen plötzliche Ausbrüche der Elektricität wird an das Fußgeſtell ein eiſerner Stab befeſtiget, den man einige Schuhe tief in die Erde einlaſſen kan. Das obere Ende deſſelben hat einen runden, etwa 1 Zoll vom Kegel abſtehenden Knopf. So wird ſich die angehäufte Elektricität allemal durch einen Schlag auf den Knopf in die Erde entladen. Steht das Inſtrument in einer Dachkammer, ſo muß ſtatt dieſes eiſernen Stabs eine metalliſche Leitung bis in die Erde hinab angebracht werden. Wird alsdann der Knopf in Berührung mit dem Kegel gebracht, ſo dient der ganze Apparat, als ein wirklicher Blitzableiter. Braucht man es aber in freyem Felde oder in einem Garten, ſo muß der Boden, worauf es ſteht, 2 - 3 Schuh weit über die Peripherie des Kegels rings herum gepflaſtert werden, damit ſich der aufſteigende Thau nicht an den Kegel hängen, und die Iſolirung aufheben könne.

Die Mannheimer Societät braucht zum Luftelektrometer einen Elektricitätszeiger, deſſen Spitze oben in freyer Luft ſteht, die Leitungsſtange aber ins Innere des Kabinets geführt iſt, wo man ſie zu Vermeidung aller Gefahr mit einer Ableitungsſtange, die zur Erde geht, verbinden kan.

Uebrigens läßt ſich zu Beobachtung der gewöhnlichen ſchwächern Grade der Luftelektricität auch der Condenſator oder jedes empfindliche Elektrometer *) gebrauchen. Wird

*) Als ein Nachtrag zum Artikel: **Elektrometer** iſt hier etwas von dem äuſſerſt empfindlichen **Bennetſchen** Elektrometer zu erwähnen. Es beſteht, nach der Beſchreibung im göttingiſchen Taſchenkalender für 1789, aus zwey Streifen von Blattgold, 3 Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll breit. Dieſe ſind dicht an einander in der Mitte eines vertikalen gläſernen Cylinders von 5 Zoll Höhe und $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer aufgehängt. Der Cylinder ſitzt unten in einem hölzernen oder meſſingnen Fuße; oben ſchließt ihn eine metallne Kappe, die etwa einen Zoll mehr im Durchmeſſer hat, als der Cylinder, und mit einem $\frac{3}{4}$ Zoll tiefen abwärtsſtehenden Rande, etwa wie der Deckel einer runden Schnupftobaksdoſe, verſehen iſt. Dieſer Rand hält den Regen und Staub ab. Damit er feſt anſchließe, iſt innerhalb noch ein anderer halb ſo hoher concentriſcher Rand angebracht, der mit Sammet gefüttert iſt, und in den der Cylinder ſtreng einpaſſet. So iſt alles ohne Kitt feſt, und kan doch leicht abgenommen werden. Inwendig tritt aus der Mitte des Deckels ein hohler blecherner Cylinder etwas länger als der innere Rand, hervor mit einem kleinen Stifte, an dem die Goldſtreifchen mit Kleiſter, Gummiwaſſer rc. befeſtigt ſind. Damit ſie nicht von der Elektricität des Glaſes afficirt werden, ſo ſind an der innern Seite des Glaſes von da an, wo ſie anſchlagen würden, bis in den Fuß Stanniolſtreifen angeleimt. Der obere Rand des Glaſes iſt mit Siegellak überzogen, um den Deckel deſto beſſer zu iſoliren. So iſt dieſes Elektrometer ziemlich ähnlich mit dem von Cavallo, welches im erſten Theile dieſes Wörterbuchs S. 811. beſchrieben iſt. Seine Empfindlichkeit iſt ſehr groß, und wird noch vermehrt, wenn man eine brennende Kerze auf den Deckel ſetzt, welche wie eine Spitze wirkt. Staub, von Büchern abgekehrt, pulveriſirte Kreide u. dgl. wirken auf die Goldblättchen ſchon in der Entfernung. Bey hei-

daſſelbe mit der Erde verbunden, der Luft ausgeſetzt, und dann plötzlich iſolirt, ſo zeigt es, wie das von Cavallo, die entgegengeſetzte Elektricität: wird es aber mit einer oben zugeſpitzten und unten iſolirten metalliſchen Leitung verbunden, ſo erhält es, wie das von **Achard**, eine gleichartige Elektricität mit der Luft ſelbſt.

Luftelektrophor. Dieſen ſehr uneigentlichen Namen hat Herr **Weber** (Neue philoſophiſche Abhandl. der churbayriſch. Akad. der Wiſſenſch. I. B. 1778. ingl. Joſeph Webers Abhandl. von dem Luftelektrophor, 2te Auflage, Ulm, 1779. 8.) einer Vorrichtung beygelegt, welche ſich als Elektriſirmaſchine und als Elektrophor zugleich gebrauchen läßt. Man ſpannt nemlich trockne Glanzleinwand, wollen Zeug, Leinwand, Papier, abgetragnes Leder oder dergleichen in einem Rahmen aus, erwärmt es und reibt die Fläche mit einem warmen Haſen- oder Katzenpelz, wodurch ſie eine beträchtliche Elektricität erhält. Herr W. befeſtiget dieſen Rahmen in ein ſenkrecht ſtehendes Geſtell, das man, wie einen Hitzſchirm, an den warmen Ofen, oder im Sommer an die Sonne ſtellen kan. Neben dieſes Geſtell ſetzt man ein Tiſchchen, auf welchem eine gläſerne Flaſche ſteht, in welche ein umgebognes metallnes Rohr eingeküttet iſt. Am Ende deſſelben befindet ſich eine gegen den Rähmen gekehrte Quaſte von Metallfäden. So thut das Rohr, wenn die eingeſpannte Fläche gerieben wird, alle Dienſte eines erſten Leiters, und die ganze Vorrichtung kan als Elektriſirmaſchine

term Wetter treibt die iſolirte Schnur eines Drachen die Blättchen an die Seite des Gefäßes an, bey wolkigtem Himmel aber, und wenn ein Drath in der Schnur iſt, zeigt ſich ſchon 30 Fuß weit von derſelben Elektritität. Zieht eine Donnerwolke vorbey, ſo ſchlagen mit jedem Blitze die Blättchen plötzlich an das Glas an u. ſ. w. (Man ſehe auch *Henr. Dav. Wilckens* Specimina duo, mathematicum et phyſicum. Gottingae, 1789. 8. wo man eine Beſchreibung dieſes Elektrometers, nebſt einigen damit angeſtellten Verſuchen findet).

gebraucht werden. Ihre Wirkungen ſind ſtärker, als man vermuthen ſollte, beſonders zeigt ſie im Dunkeln die Erſcheinungen des elektriſchen Lichts mit vorzüglicher Schönheit.

Der Rahmen allein, ohne Geſtell, dient als Elektrophor. Man legt ihn horizontal, und unterſtützt ihn ſo, daß das eingeſpannte Zeug blos von der Luft berührt wird. Da es nun durchs Reiben eine negative Elektricität erhält, ſo wird eine darauf geſetzte, berührte und wieder abgenommene Trommel, poſitiv elektriſirt, ſ. **Elektrophor.**

Die Leinwand oder der eingeſpannte Flanell u. dgl. muß hiebey ganz frey bleiben, und blos die Luft berühren. Die Urſache iſt, weil geriebne dünne Körper an jeder Fläche, an der ſie anliegen, leicht kleben, und in dieſem Zuſtande gar keine elektriſchen Erſcheinungen zeigen, ſ. **Elektricität** (dieſes Wörterb. Th. I. S. 744. 745.). Daher klebt auch die Glanzleinwand u. ſ. w., wenn ſie ſtark gerieben iſt, an der Wand des Zimmers, iſt in dieſem Zuſtande ganz unthätig, und zeigt ihre Elektricität erſt wieder, wenn ſie von der Wand losgeriſſen und frey in der **Luft** gehalten wird. Dieſer Umſtand hat Herrn **Weber** veranlaßet, die Benennung **Luftelektrophor** zu wählen. Uebrigens zeigt ſich beym Losreiſſen des Rahmens von der Wand im Dunkeln ein vorzüglich ſchönes elektriſches Licht.

Lufterſcheinungen, ſ. **Meteore.**

Luftgattungen, ſ. **Gas.**

Luftgütemeſſer, ſ. **Eudiometer.**

Luftkreis, Dunſtkreis, Dunſtkugel, Atmoſphäre der Erde, Atmoſphaera terreſtris, *Atmoſphère de la terre.* Die ganze Luftmaſſe, welche den Erdball von allen Seiten her umgiebt, und eine hohle Kugelſchale um denſelben bildet. Ihr Daſeyn erhellet aus der Gegenwart der Luft an allen Orten der Erdfläche, und in allen zugänglichen Höhen, bis auf die Gipfel der höchſten Berge. Dieſe Luft, von deren Eigenſchaften die Ar-

tikel: Luft und Gas, atmoſphäriſches, handlen, macht zwar den Hauptbeſtandtheil des Luftkreiſes aus, ſie iſt aber in demſelben mit unzählbaren fremden Subſtanzen verbunden, deren Verhältniſſe und Miſchungen ſich unaufhörlich ändern. Vorzüglich hält ſie aufgelöſtes Waſſer oder Dünſte in ſich, daher wenigſtens für ihren untern Theil der Name: **Dunſtkreis** oder **Dunſtkugel**, der mit dem griechiſchen Worte Atmoſphäre einerley ausdrückt, ſehr ſchicklich iſt. Uebrigens gehört der Luftkreis mit zur Erdkugel ſelbſt, und folgt der täglichen ſowohl, als der jährlichen Bewegung derſelben.

Druck der Atmoſphäre.

Da der Luftkreis aus einem ſchweren und elaſtiſchen Fluidum beſteht, ſo wirkt er auf die Erdfläche und auf die Oberflächen der Körper, nach den Geſetzen des Drucks elaſtiſcher Flüßigkeiten. Hiebey iſt der Druck, womit die flüßige Materie den Boden, der ſie trägt, unterwärts preſſet, dem Gewichte der geſammten flüßigen Maſſe gleich, ſ. Elaſticität. (dieſes Wörterb. Th. I. S. 708.). Mithin trägt die ganze Erdfläche einen Druck, der dem Gewichte des ganzen Luftkreiſes gleich kömmt. Und jeder Theil der Erdfläche FE, Taf. XIV. Fig. 7, trägt das Gewicht der Luft im Raume FGHE, in welchem die Luft durch den Druck der anliegenden Luftſäulen eben ſo zuſammengehalten wird, als ob die Grenzen FG, HE, feſte Wände eines Gefäßes wären. Wenigſtens iſt dies letztere auſſer Zweifel, wenn FE klein und gegen den Halbmeſſer der Erde FC unbeträchtlich iſt; hat aber FE eine beträchtliche Größe, ſo iſt der Satz allerdings den Erinnerungen ausgeſetzt, welche **Daniel Bernoulli** (Hydrodyn. Sect. X. §. 3.) dagegen gemacht hat.

Flüßige Materien drücken aber auch aufwärts, ſeitwärts und überhaupt nach allen möglichen Richtungen. Daher werden die Körper, welche überall mit Luft umgeben ſind, an allen Stellen ihrer Oberfläche durch das Gewicht des Luftkreiſes gedrückt. So lang auf allen Seiten

Luft vorhanden iſt, heben ſich dieſe Drückungen gegenſeitig auf, und bewirken weiter nichts, als daß jeder Körper ſoviel von ſeinem wahren Gewichte verliert, als er Luft aus der Stelle treibt, ſ. Gewicht (dieſes Wörterb. Th. II. S. 493.). Wird aber die Luft von einer Seite her abgehalten, oder weggenommen, ſo äuſſert ſich der **Druck des Luftkreiſes** von der andern Seite auf einmal in ſeiner vollen Stärke, und bringt Wirkungen hervor, welche zwar täglich bey den gemeinſten Begebenheiten in die Augen fallen, deren wahre Urſache aber bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts gänzlich verkannt worden iſt.

Zu dieſen Wirkungen gehören vornehmlich die Phänomene des **Saugens** und der **Spritzen**. Beym Saugen wird die genau an Lippen und Gaumen anſchlieſſende Zunge zurückgezogen, und ihrer Bewegung folgt das Getränk, das man einſaugen will, von ſelbſt nach. In eine Handſpritze oder Saugpumpe, deren Oefnung in Waſſer geſenkt iſt, ſieht man beym Zurückziehen des genau anſchlieſſenden Kolbens, das Waſſer wider die Natur ſeiner Schwere aufſteigen, dem Kolben nachfolgen, die Spritze füllen, u. ſ. w. Die Urſache hievon iſt unſtreitig dieſe. Auf die Waſſerfläche CD im Gefäſſe CBD, Taf. XIV. Fig. 8. drückt das Gewicht des Luftkreiſes an allen Stellen gleich ſtark, ſo daß ſich alle dieſe Drückungen das Gleichgewicht halten. Senkt man aber in dieſes Waſſer das Saugrohr AG ein, und zieht den Kolben von E bis F zurück, ſo wird der Theil EH von keiner Luft mehr niederwärts gedrückt; alſo fehlt an dieſer Stelle der Drnck der Atmoſphäre, die Drückungen auf CE und DH müſſen alſo das Uebergewicht bekommen, und das Waſſer daſelbſt niedertreiben, daher es durch A in das Rohr dringt, und in den Raum EF aufſteigt.

Ariſtoteles hatte dieſer Erſcheinungen halber der Natur eine **Abneigung gegen die Leere** beygelegt. Wie die Alten daraus die Saugwerke, Heber und andere hydrauliſche Maſchinen erklärt haben, zeigt am beſten das Buch des **Heron von Alexandrien** (Πνευματικῶν ſ. Spiritalium liber ed. a Commandino, Pariſ. 1575. 4.). Es wird dar-

inn beſonders der Luft uud dem Waſſer eine Anziehungskraft zugeeignet, vermöge welcher dieſe Materien ſtreben ſollen, jede Leere zu füllen, und zu dieſem Behuf auch andere Körper nach ſich zu ziehen, daher ein Gefäß, aus dem man die Luft ſauget, an den Lippen klebe u. ſ. w. Dieſem Grundſatze von Vermeidung der Leere blieben die ſcholaſtiſchen Phyſiker durchgängig getreu; nur ſahen einige dieſen Trieb der Natur für allgemein und alle Leere für unmöglich an, andere ſchränkten die Saugkraft blos auf die flüßigen Materien ein, und noch andere, z. B. **Linus** ſuchten die Sache durch ein Zuſammenziehen der Materie (funiculus) zu erklären. **Galilei** entdeckte zwar durch den mißlungnen Verſuch eines florentiniſchen Gärtners, der das Waſſer mit einer Saugpumpe höher als 18 Ellen heben wollte, daß die Gewalt, welche das Waſſer in den Pumpen hebt, eingeſchränkt ſey, allein er ſchloß daraus nichts weiter, als daß der Abſcheu der Natur vor der Leere, (oder nach ſeinem Ausdrucke die **Kraft der Leere**) beſtimmte Grenzen habe (Diſcorſi e dimoſtrazione matematiche intorno a due nuove ſcienze, Leid. 1638. Giornata 1.).

Endlich erfand **Torricelli** im Jahre 1643 das Barometer, und kam dadurch auf die Entdeckung, daß alle dieſe aus dem Abſcheu vor der Leere erklärten Phänomene vielmehr vom **Drucke der Atmoſphäre** herrührten, welches **Paſcal** und **Descartes** ausführlicher beſtätigten, und dadurch das alte ariſtoteliſche Syſtem gänzlich niederſchlugen, ſ. **Barometer** (dieſes Wörterb. Th. I. S. 237 u. f.) wo man auch finden wird, daß **Descartes** einige Anſprüche auf die erſte Entdeckung habe. Doch erhielten ſich die alten Erklärungen noch einige Zeit: eine nach ihnen abgehandlete Hydraulik iſt noch des **P. Schott** Mechanica hydraulico-pnevmatica (Herbipoli, 1657. 4.)

Wenn man eine Röhre, die über 35 Schuhe lang und unten mit einem Hahne verſehen iſt, mit Waſſer füllt, oben luftdicht zuſchließt, unten in ein Gefäß mit Waſſer ſetzt, und dann den Hahn öfnet, ſo fällt das Waſſer im obern Theile herab, und läßt über ſich einen luftleeren Raum, bleibt aber ſtehen, ſobald ſeine Oberfläche eine Höhe von

dreyßig und etlichen Schuhen über der Waſſerfläche im Gefäß erreicht hat. Aber die Veranſtaltung dieſes Verſuchs iſt ſehr beſchwerlich und unſicher. Sie erfordert metallne Röhren, die man aneinander ſchrauben kan, bis ſie die nöthige Länge erhalten. Zwiſchen die Schrauben wird naſſes Leder gelegt, um das Eindringen der äuſſern Luft abzuhalten. Oben wird eine verſchloßne gläſerne Röhre aufgeſchraubt, damit man ſehen könne, was im obern Theile vorgeht. Ein ſolcher Apparat mit einem Geſtell, um ihn an der Mauer eines Gebäudes aufzurichten, befindet ſich unter der für hieſige Univerſität angekauften Inſtrumentenſammlung. Es iſt eben derjenige, deſſen Herr Käſtner (Anfangsgr. der Aerometrie, §. 31. Anm.) gedenkt, und den nach Hauſen und Winkler zuletzt der verſtorbne D. Ludwig beſeſſen hat. Bey dem letztern habe ich den Verſuch mehreremale geſehen, bin auch ſelbſt dabey behülflich geweſen. Er kan aber nie vollkommen gelingen, weil die Luft, die ſich im Waſſer aufhält, ſogleich in den obern Raum tritt, und denſelben, ſtatt daß er luftleer bleiben ſollte, mit einer Menge Schaum und Blaſen füllt. Caſpar Bertus in Rom, der dieſes Experiment nach Schotts Nachricht (Mech. hydraul. pnevm. p. 308.) zuerſt anſtellte, brachte im obern Raume ein Glöckchen an, deſſen Hammer durch einen Magnet aufgezogen ward. Wenn der Hammer wieder herabfiel, hörte man den Klang. Daraus ſchloſſen die Ariſtoteliker, der Raum ſey nicht luftleer, und hatten bey dieſem Verſuche Recht, weil er an ſich zu unvollkommen iſt, um das Daſeyn einer Leere zu erweiſen. Uebrigens würde das Waſſer, wenn der Verſuch gelänge, eben ſo ſteigen und fallen, wie das Queckſilber im Barometer, daher auch einige den Apparat dazu das **Waſſerbarometer** nennen.

Weit leichter und ſicherer wird alles, wenn man Queckſilber ſtatt des Waſſers wählt. Alsdann darf der Apparat nur etwas über 29 Zoll lang ſeyn, und man kan eine oben verſchloßne Glasröhre dazu gebrauchen. Dies iſt der Verſuch des Torricelli (ſ. Barometer), den man gar nicht nöthig hat beſonders anzuſtellen, weil ihn jedes Barometer unaufhörlich vor Augen ſtellt.

Dieſe Entdeckungen beweiſen nicht nur den Druck des Luftkreiſes; ſie geben auch zugleich die Größe deſſelben an. Wenn im Saugrohre A G, Taf. XIV. Fig. 8. das Waſſer durch Aufziehung des Kolbens E H nicht über dreyßig und etliche Schuhe gehoben werden kan, und wenn die Queckſilberſäule im Barometer nicht über 27 bis 29 Zoll ſteigt, ſo kan der Druck des Luftkreiſes auf CE und HD nur gerade ſoviel betragen, als ob über dieſen Flächen dreyßig und etliche Schuh hoch Waſſer, oder 27 — 29 Zoll hoch Queckſilber ſtünde. Daher iſt der Druck der Atmoſphäre auf jede ebne Fläche ſo groß, als das Gewicht einer Queckſilberſäule, welche die gedrückte Fläche zur Baſis, und die Höhe des Queckſilbers im Barometer zur Höhe hat.

Nach den Angaben des Herrn D. Gren (Grundriß der Naturlehre, Halle 1788. 8. §. 596.) wiegt ein pariſer Cubikfuß Queckſilber 950 Pfund köllniſch. Iſt nun die Barometerhöhe 28 Zoll oder $2\frac{1}{3}$ Fuß, ſo drückt der Luftkreis auf eine Fläche von 1 Quadratfuß mit einer Laſt von $2\frac{1}{3} . 950 = 2216\frac{2}{3}$ Pfund. Und für jede Linie, um welche das Queckſilber höher oder niedriger ſteht, beträgt dieſer Druck $6\frac{4}{7}\frac{3}{2}$ Pfund mehr oder weniger.

Dieſer Druck wirkt nach allen Seiten. Setzt man nun die Oberfläche des menſchlichen Körpers auf 15 Quadratfuß, ſo findet ſich, daß derſelbe von der ihn umringenden Luft mit einer Kraft von $15 \times 2216\frac{2}{3} = 33250$ Pfund zuſammengedrückt werde. Daß wir dieſen Druck bey aller ſeiner Größe nicht empfinden, iſt leicht begreiflich. Er wirkt auf alle Theile der Oberfläche gleichförmig, und nach jeden zwo entgegengeſetzten Richtungen gleich ſtark, daher kein Theil des Körpers dadurch verletzt oder verſchoben werden kan; alle innere Hölungen ſind entweder mit Säften oder mit Luft von gleicher Elaſticität erfüllt, die eben ſo ſtark von innen zurückwirkt; endlich wird auch durch die beſtändige Gewohnheit jede Empfindung, die man noch davon haben könnte, vertilgt. Wir ertragen ſogar beträchtliche Veränderungen dieſes Drucks. Wenn das Barometer um 2 Zoll höher, als ſonſt, ſteht, iſt derſelbe um 2375 Pfund

größer; dennoch wirkt dieſe Vermehrung nicht merklich auf unſer Gefühl.

Eben ſo iſt auch bey lebloſen Körpern der Druck des Luftkreiſes ohne Wirkung, ſo lang er auf dieſelben von allen Seiten her trift. Er zeigt ſich aber augenblicklich, ſobald man ihn auf einer Seite hinwegnimmt. Daher hängt die Glocke am Teller der Luftpumpe, der Schröpfkopf an der Haut, ein umgeſtürztes Weinglas an einem Mörſel ꝛc. feſt an, wenn man die inwendige Luft ausgepumpt oder durch Erwärmung heraus getrieben hat. Das Glas wird von der Luft zerdrückt, wenn man aus einer eckigten Flaſche, oder aus einem mit einer Glasplatte gedeckten Cylinder die Luft wegnimmt; und hat man ſtatt des Glaſes eine Blaſe über den Cylinder gebunden, ſo wird dieſelbe durch den Druck der äuſſern Luft mit einem heftigen Knalle zerſprengt. Eben dies beſtätigt auch Guerikens berühmter Verſuch, ſ. Halbkugeln, magdeburgiſche.

Uebrigens iſt ſchon beym Worte: Luft bemerkt worden, daß dieſer Druck des Luftkreiſes auf die Körper nicht blos unter freyem Himmel wirkt, ſondern auch in allen Zimmern und Räumen, welche mit der äuſſern Luft in Verbindung ſtehen, oder ſonſt mit Luft von gleicher abſoluten Elaſticität angefüllt ſind. Das Gewicht des Luftkreiſes nemlich wirkt auf die Flächen mittelbar, indem es die an ihnen liegende Luft zuſammendrückt, deren Federkraft erſt die unmittelbare Urſache des Drucks gegen die Flächen ſelbſt iſt.

Jede Luftſäule enthält unten dichtere und elaſtiſchere Luft, als oben, weil die untern Theile das Gewicht der obern mit tragen. Dies beſtätigen alle Verſuche und Beobachtungen. Alſo nimmt der Druck der Atmoſphäre von unten nach oben beſtändig ab, weil man oben weniger Luft über ſich hat, und auf den Gipfeln der Berge iſt die Luft weit dünner als an der Erdfläche oder am Ufer des Meeres.

Man kan auf dieſe Abnahme der Dichte ohne Bedenken das mariottiſche Geſetz anwenden, wie Halley, Bouguer, Mayer, de Lüc, Käſtner, Hennert ꝛc. bey ihren unter dem Worte: Höhenmeſſung, (Th. II. S. 613 u. f.) angeführten Unterſuchungen und Formeln ge-

than haben. Zwar gründet ſich dieſes Geſetz auf Verſuche, welche 1) in verſchloßnen Gefäßen und 2) durch den Druck des Queckſilbers (einer nicht merklich elaſtiſchen Materie) angeſtellt ſind. Daher haben einige, z. B. Herr Wünſch (Neue Theorie von der Atmoſph. Leipz. 1782. 8. S. 26.) behaupten wollen, es ſey nicht anwendbar auf die freye atmoſphäriſche Luft, welche durch ſich ſelbſt (durch Druck einer elaſtiſchen Materie) verdichtet werde. Allein einem Theile zuſammengedrückter Luft muß ja immer ebendaſſelbe wiederfahren, er mag nun durch feſte Wände einer Röhre oder durch den Druck umliegender Luftſäulen eingeſchloſſen ſeyn, und er mag von unelaſtiſchem Queckſilber oder von elaſtiſcher Luft gedrückt werden, wofern nur die Größe des Drucks eben dieſelbe iſt. Feſte Wände und Queckſilber thun weder mehr noch weniger, als was im Freyen die Federkraft der umliegenden und aufliegenden Luft auch thut; ſie hindern die gedrückte Luft, ſich ſeitwärts und oberwärts auszubreiten — eben ſo, wie es in der Hydroſtatik einerley iſt, ob eine Maſſe Waſſer von den Wänden eines Gefäßes oder von den umliegenden Waſſerſäulen gehalten, und ob ſie von aufliegendem Waſſer, oder von einem gleich ſchweren feſten Gewichte gedrückt wird. Man hat alſo keine Urſache, von dem mariottiſchen Geſetze abzugehen, zumal da alles, was etwa Maraldi, Feuillee, Daniel Bernoulli, Caſſini, Wünſch u. a. an deſſen Stelle haben ſetzen wollen, auf blos willkührlichen, oder wohl gar fehlerhaften Vorausſetzungen beruht.

Dieſem Geſetze gemäß nehmen die Dichten der Luft in geometriſcher Progreſſion ab, wenn die Höhen der Stellen in arithmetiſcher Reihe wachſen. Man ſetze in den beym Worte: Höhenmeſſung (Th. II. S. 615 u. f.) gebrauchten Ausdrücken, die Dichte der Luft in S (Taf. XI. Fig. 73.) = m; die in K = μ (die Dichte des Queckſilbers = 1, ſo iſt

$$\mu = \frac{my}{f} \text{ und } \log. \frac{f}{y} = \log m - \log \mu$$

Die Formel für die Höhe SK = x wird alsdann

$$x = ce\,(\log m - \log \mu).$$

Iſt nun μ ein gewiſſer Theil von m, z. B. der nte, ſo wird log m − log μ = log n und x = ce log n. Hiebey iſt ce eine unveränderliche Gröſſe, daher die Höhe x, wie der Logarithme von n wächſt, d. i. in arithmetiſcher Zahlreihe, wenn n ſelbſt in geometriſcher ſteigt, oder wenn die Dichte μ in geometriſcher Progreßion abnimmt. Den Dichten m, $\frac{1}{2}$m, $\frac{1}{4}$m, $\frac{1}{8}$m, gehören die Höhen o, ce. log. 2, ce. log. 4, ce. log. 8 zu. Dieſe ſteigen in einer arithmetiſchen Zahlreihe, wo der Unterſchied der Glieder ce. log. 2. iſt. Zu den Dichten m, $\frac{1}{10}$m, $\frac{1}{100}$m, $\frac{1}{1000}$m ꝛc. gehören die Höhen o, ce, 2ce, 3ce, ꝛc., wo der Unterſchied der Glieder ce. log. 10. oder ce ſelbſt iſt.

Nach de Luc iſt, für Luft von der Temperatur +16$\frac{3}{4}$ Grad nach Reaumur, ce = 10000 Toiſen, alſo ce. log. 2 = 3010 Toiſen. So gehören

den Dichten	m,	$\frac{1}{2}$m,	$\frac{1}{4}$m,	$\frac{1}{8}$m
die Höhen	o,	3010,	6020,	9030 Toiſen ꝛc.

d. i. ſo oft man im Luftkreiſe um 3010 Toiſen höher ſteigt, ſo findet man oben die Luft nur halb ſo dicht, als unten, und das Queckſilber im Barometer ſinkt während dieſes Steigens um die Helfte ſeiner anfänglichen Höhe.

Daß bey dieſer Anwendung des mariottiſchen Geſetzes auf die Beſtimmung der Dichte des Luftkreiſes, Wärme, Dünſte und verſchiedene Miſchung der Luft beträchtliche Abweichungen verurſachen müſſen, wird man von ſelbſt ermeſſen. Aber auch ohne dieſe Abweichungen iſt das Geſetz an ſich nur ſoweit erwieſen, als unſere Erfahrungen reichen, ſ. Luft. Wahrſcheinlich findet es in den dünnen Luftſchichten an der Grenze der Atmoſphäre nicht mehr ſtatt, weil doch der Luftkreis irgendwo aufhören und alſo eine letzte Luftſchicht verhanden ſeyn muß. Dieſe letzte Luftſchicht müßte nach dem mariottiſchen Geſetze, da ſie von nichts weiter gedrückt wird, die Dichte = o haben; gleichwohl iſt es ungereimt, eine Luft ohne alle Dichte, d. i. einen Körper ohne Maſſe, anzunehmen. Daher erinnert d'Alembert (Traité de l'équilibre et du mouv. des fluides §. 81.), es verhalte ſich vielleicht die Dichte, wie der Druck + einem gewiſſen unveränderlichen Gewichte. Oder iſt etwa die Dichte der Luft

in der oberſten Gegend gleichförmig, weil das Gewicht der oberſten Luft unvermögend iſt, die Elaſticität der unmittelbar darunter liegenden zu überwinden? Wie dem auch ſey, ſo ſieht man doch, daß das mariottiſche Geſetz nicht in völliger geometriſcher Schärfe und Allgemeinheit gelten könne.

Höhe und Geſtalt des Luftkreiſes.

Hätte die Luft durchaus einerley Dichtigkeit, ſo müßte die Höhe jeder Luftſäule ſo groß ſeyn, als die Höhe der gleichwiegenden Queckſilberſäule (oder die Barometerhöhe) multiplicirt mit der Zahl, welche anzeigt, wievielmal Queckſilber ſchwerer, als Luft iſt. In den beym Worte: **Höhenmeſſung** (Th. II. S. 615. u. f.) gebrauchten Bezeichnungen iſt die Barometerhöhe = f; die gedachte Zahl = $\frac{1}{m}$. Demnach wäre die Höhe des Luftkreiſes = $\frac{f}{m}$ oder c, d. i. gleich der Subtangente der logarithmiſchen Formeln, deren Größen dort (S. 632.) nach verſchiedenen Schriftſtellern angegeben ſind. Nach **de Lüc** betrüge dieſe Höhe 4342 Toiſen oder 26052 pariſer Schuhe.

Da aber die Dichtigkeit der Luft in der Höhe abnimmt, ſo muß ſich der Luftkreis viel weiter erſtrecken. Er müßte unendlich hoch ſeyn, wenn das mariottiſche Geſetz in aller Schärfe richtig wäre. Da aber dies nicht ſeyn kan, ſo nimmt man insgemein an, die Luft laſſe ſich nicht weiter, als auf einen gewiſſen Grad, verdünnen, und höre da auf, wo ſie dieſen Grad dem Geſetze gemäß erreicht hat. **Mariotte** ſelbſt (Eſſai ſur la nature de l'air, Paris, 1676. 8.) ſetzt, die Luft könne nicht über 4096mal dünner, als unten werden, und findet daraus nach einer ungefähren Berechnung, die ich bey der Ueberſetzung des **de Lüc** (Unterſ. über die Atmoſph. Leipz. 1776. gr. 8. Th. I. S. 239. Anm.) umſtändlich vorgetragen habe, die Höhe des Luftkreiſes 15 franzöſiſche Meilen (lieües), jede zu 12000 pariſer Fuß.

Herr **de Lüc** (Unterſ. über die Atm. §. 794 u. f.)

ſchlägt vor, das Ende der Atmoſphäre dahin zu ſetzen, wo die Luft nur noch wenig Queckſilber, z. B. noch eine Linie erhalten könne. Für dieſe Stelle iſt, wenn man f = 27 Zoll oder 324 Lin. und die Temperatur $16\frac{1}{4}$ Grad ſetzt

$$x = 10000. \log. 324 = 25105,45 \text{ Toiſen}$$

oder $12\frac{1}{2}$ franzöſiſche Meilen. Hier wäre die Luft 324mal dünner als unten. Es iſt aber gar kein Zweifel, daß ſie noch weit dünner werden kan, da ſchon unſere guten Luftpumpen ſie noch ſtärker verdünnen. Bis dahin, wo ſie nur $\frac{1}{2}$ Lin. Queckſilber hielte, und 628mal dünner, als unten wäre, hätte man noch 3010 Toiſen oder $1\frac{1}{2}$ frz. Meilen höher zu ſteigen; und wieder $1\frac{1}{2}$ Meilen bis dahin, wo ſie 1256mal dünner wäre u. ſ. w. De Lüc ſelbſt ſchätzt ſie endlich auf $17\frac{1}{2}$ frz. Meilen. Alle dieſe Beſtimmungen ſind blos willkührlich, und lehren eigentlich gar nichts, weil man die Grenze der Verdünnung der Luft doch nicht aus Erfahrungen angeben kan.

Man hat aber eine weit ältere und beſtimmtere Methode, die Höhe des Luftkreiſes zu finden. Sie gründet ſich auf die Theorie der Dämmerung, und iſt ſchon beym Albazen (De crepuſculis prop. ult. in *Riſneri* Theſaur. Opt. Baſil. 1572 fol.) vorgetragen. Wenn auf der mit dem Luftkreiſe umgebnen Erdkugel Taf. XIV. Fig. 9. dem Orte O die Dämmerung aufhört, und der letzte Stral der Sonne HO im Horizonte dieſes Orts ins Auge O gelanget, ſo ſteht die Sonne ſelbſt ſchon 18° unter dem Horizonte IHO, ſ. Dämmerung. Ihr letzter Stral SH trift alſo den Horizont IHO bey H unter dem Winkel SHI = 18°, und wird von dem Lufttheilchen H ſo nach O reflectirt, daß SHC = CHO. Daher iſt $CHO = \frac{1}{2} SHO = \frac{1}{2}(180° - SHI) = 90° - \frac{1}{2} SHI$, und C oder $90° - CHO$ iſt $= \frac{1}{2} SHI = 9°$. Mithin verhält ſich im rechtwinklichten Dreyecke CHO

$$CO : CH = \text{ſin. tot.} : \text{ſec. } C = 1 : \text{ſec. } 9°$$

und der Unterſchied zwiſchen CH und CO, oder die Höhe des Luftkreiſes iſt $= CO. (\text{ſec. } 9° - 1) = 0,0124625. CO$, d. i. nahe an $\frac{1}{80}$ CO. Setzt man CO oder den Halbmeſſer der Erde nach Picard 3269300 Toiſen, ſo beträgt dies etwa 40752 Toiſen oder $20\frac{1}{3}$ Lieues.

Kepler (Epit. Aſtr. Copern. p. 73. ſqq.) hatte mit Recht bemerkt, daß man auch die Brechung der Stralen SH und HO in Betrachtung ziehen müſſe. Er führt eine Rechnung hierüber, die ihm den Luftkreis 10 Meilen hoch giebt, die er aber wieder verwirft, weil er ſich einbildet, die Luft könne nur bis in die Höhe einer halben Meile reichen. Halley (Philoſ. Trans. n. 181) zeigt durch einen ſehr ſcharfſinnig geführten Beweiß, daß man wegen der Brechung den Winkel C um die Gröſſe der Stralenbrechung im Horizonte, d. i. um einen halben Grad, kleiner annehmen müſſe. Dadurch wird

$$CH - CO = CO.(\sec. 8\tfrac{1}{2}^{\circ} - 1) = 0{,}0111061.CO,$$

oder nahe $\frac{1}{90}$ CO, und die Höhe des Luftkreiſes findet ſich 36325 Toiſen oder $18\frac{1}{8}$ Lieues. In geographiſchen Meilen, deren 15 auf einen Grad und 860 auf den Halbmeſſer gehen, macht dies $9\frac{2}{3}$; und in churſächſichem Maaſſe beynahe 8 Meilen, jede zu 32000 Leipziger Fuß.

De la Hire (Mém. de l'acad. des Sc. 1713. p. 54.) zieht von dem ganzen Sehungsbogen (18°) die Brechung im Horizonte (32′) und den Halbmeſſer der Sonne (16′) ab, (den letztern darum, weil der letzte Stral nicht vom Mittelpunkte, ſondern vom obern Rande der Sonne komme), und ſetzt alſo den Winkel C = 8° 36′. Dies giebt ihm 37223 Toiſen; vorausgeſetzt, daß die Stralen SH und HO gerade Linien beſchreiben. Da ſie aber in krummen Linien gehen, ſ. Stralenbrechung, aſtronomiſche, ſo zieht er auch dies in Betrachtung, und ſchließt endlich, die Höhe des Luftkreiſes ſey zwiſchen 32501 und 37223 Toiſen.

Mairan (Traité de l'aurore boreale Sect. II. ch. 3.) folgert aus Beobachtungen der Nordlichter, daß deren Höhe, mithin auch die Höhe des Dunſtkreiſes über 200 – 300 franzöſiſche Meilen ſteige. Aber wenn auch dieſe Beſtimmung für das Nordlicht zuverläßig wäre, ſo folgte doch daraus noch nichts für den Luftkreis, da Nordlichter, als elektriſche Erſcheinungen, wohl auch im luftleeren Raume ſtatt finden könnten. Man kan alſo die Höhe der Atmoſphäre, ſoweit ſie das Licht zurückwirft, zwiſchen 8 und 10 geographiſche Meilen ſetzen.

Die Geſtalt des Luftkreiſes muß wegen der Umdrehung der Erde ſphäroidiſch ſeyn, wie die Geſtalt der Erdkugel ſelbſt. Auſſerdem aber ereignen ſich in den verſchiedenen Höhen der Luft über den Orten der Erdfläche mancherley locale und periodiſche Veränderungen. Vornemlich bewirkt der Mond in der Atmoſphäre eine Art von Ebbe und Fluth, indem die gegen ihn gravitirende Luft ſich eben ſo, wie das Waſſer, verhält, ſ. **Ebbe und Fluth**, und daher ſowohl an dem Orte, der den Mond im Scheitelpunkte ſieht, als auch an der entgegengeſetzten Stelle, höher tritt, als an den übrigen Orten. Dieſe durch den Mond verurſachte Ebbe und Fluth der Luft hat **d'Alembert** (Reflexions ſur la cauſe generale des vents, Berlin, 1747. 4.) mit ſeiner bekannten mathematiſchen Einſicht unterſucht. Eine ähnliche, aber weit ſchwächere Wirkung, thut auch die Sonne. Einflüße dieſer Urſachen in den Stand des Barometers ſind von **Toaldo** (Novæ tabulæ barometri æſtusque maris. Patav. 1773. 4.) beobachtet worden, beſonders, daß die Barometerhöhen immer etwas gröſſer ſind, wenn der Mond in der Erdferne und in den Quadraturen iſt, kleiner hingegen, wenn er ſich in der Erdnähe und in den Syzygien befindet.

Uns zeigt ſich der Luftkreis als eine blaue Wölbung, welche bald mehr, bald weniger Durchſichtigkeit hat, ſ. **Himmel**.

Aeltere Schriftſteller, z. B. **Seneca** (Quaeſt. nat. II. 10.), **Varenius** (Geogr. gen. Cap. XIX. prop. 18.), **Guericke** (De Spatio vacuo L. V. c. 9.) theilen den Luftkreis in drey Regionen. Die **untere** ſoll bis dahin gehen, wo die Erwärmung durch zurückgeworfene Sonnenſtralen aufhört (beſtimmter ließe ſich dafür die beſtändige Schneegrenze ſetzen, ſ. **Berge**): die **mittlere** ſoll bis an die Gipfel der höchſten Berge, oder nach andern bis an die höchſten Wolken reichen, die **obere** aber ſich bis ans Ende der Atmoſphäre erſtrecken. Dieſe obere Region hält Seneca für die wärmſte, aus dem irrigen Wahn, daß ſich über der Luft das Feuer aufhalte.

Der Luftkreis iſt die große Werkſtätte, in welcher die Natur alle die wichtigen Veränderungen hervorbringt, die unter dem Namen der Meteore oder Lufterſcheinungen bekannt ſind. Die Betrachtung derſelben macht einen beſondern Abſchnitt der phyſiſchen Erdbeſchreibung aus, ſ. Meteore, Meteorologie, nebſt den übrigen zahlreichen Artikeln, auf welche bey dieſen Worten verwieſen wird. Von den Mitteln, welche die Natur zur Reinigung der Atmoſphäre anwendet, ſ. Gas, atmoſphäriſches (Th. II. S. 357 u. f.)

Käſtner Anfangsgr. der Aerometrie in d. Anfgr. der angew. Math. II. Th. 1 Abth.

Lulofs Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel aus d. holländ. durch Käſtner. Erſter Theil, Cap. 19.

Torb. Bergmanns phyſ. Beſchreibung der Erdkugel, a. d. Schwed. durch Röhl. II. B. 4te Abtheil.

Briſſon Dict. raiſ. de phyſique art. *Atmoſphère de la terre.*

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 711 u. f.

Luftpumpe, Antlia pnevmatica, *Machine pneumatique, Machine du vuide.* Ein Werkzeug, womit man die Luft in einem eingeſchloßenen Raume ſo ſtark verdünnen, oder ſoviel davon herausſchaffen kan, daß das übrige kaum mehr merklich iſt. Man verſtattet ſich alsdann, den Raum für luftleer zu halten, und nennt die Operation ſelbſt das Ausleeren, Auspumpen (evacuatio, exantlatio) der Luft. Zwar kan nie alle Luft ausgepumpt werden, welches doch eigentlich der Zweck dieſer Operation iſt; die Luftpumpen ſind alſo nur in dem Grade vollkommner, in welchem ſie dieſem Zwecke näher kommen, oder die Luft ſtärker verdünnen.

Im weitläuftigern Sinne begreift das Wort Luftpumpe auch diejenigen Maſchinen, welche die Luft verdichten, ſ. Compreſſionsmaſchine. In dieſem Verſtande theilt man die Luftpumpen in Saug- und Druckpumpen ein.

Structur der Luftpumpe im Allgemeinen.

Das Weſentliche der meiſten Luftpumpen beſteht darinn, daß in einem hohlen metallnen Cylinder oder Stie-

ſel AB, Taf. XIV. Fig. 10., ein genau anpaſſender Kolben oder Stempel aus Lederſcheiben (Embolus, *Piſton*) C mit Leichtigkeit hin und her geſchoben werden kan, ohne doch an den Seiten einige Luft durchzulaſſen. Am Boden B wird mit der Höhlung des Cylinders durch ein Zwiſchenrohr EFG das Gefäß D verbunden, aus welchem die Luft ausgepumpt werden ſoll. Wird alsdann der Stempel von B bis A zurückgezogen, ſo verbreitet ſich die in D enthaltene Luft vermöge ihrer Elaſticität mit durch den Raum BA, und wird alſo dünner. Kan man nun den Stempel C dergeſtalt wieder zurücktreiben, daß die in BA enthaltene Luft nicht wieder nach D zurück geht, ſondern durch einen andern Ausweg ins Zimmer oder in die Atmoſphäre hinaus getrieben wird, ſo iſt dieſe Luft aus D weggeſchaft, und die in D zurück bleibende verdünnt. Ein zweyter Zug des Stempels wird ſie noch ſtärker verdünnen, und das Zurücktreiben deſſelben wird wieder den Theil von ihr, der in BA übergetreten war, ins Zimmer überführen u. ſ. w. Durch fortgeſetztes Hin und Herſchieben des Stempels wird alſo die Verdünnung immer höher getrieben.

Es iſt hiezu nöthig, daß beym Aufziehen des Stempels von B nach A, die Verbindung zwiſchen den Räumen BA und D offen, die mit der äuſſern Luft im Zimmer aber verſperrt ſey: da hingegen beym Zurücktreiben des Stempels von A nach B, die Verbindung zwiſchen AB und D verſperrt, und die zwiſchen AB und dem Zimmer offen ſeyn muß. Man kan dieſe Abſicht entweder durch **Hähne** (epiſtomia, *robinets*) oder durch **Ventile** (ventilia, *ſoupapes*) erreichen.

Hähne ſind Körper von der Geſtalt abgekürzter Kegel, gemeiniglich von Metall, welche durch ein Rohr oder einen Canal queer durchgeſteckt, und in die Oefnung, in die ſie paſſen, luftdicht eingeſchliffen ſind. So würden ſie das Rohr verſtopfen. Allein ſie ſind durchbohrt, bey den Luftpumpen gemeiniglich mit zween Canälen, deren einer queer durch den Körper des Hahns durchgeht, der andere aber an der Seite anfängt, und ſich in der obern Grundfläche beym oder im Griffe des Hahns endigt. Steht nun

ein ſolcher Hahn bey E ſo, daß der queer durchgehende Weg in der Richtung F C liegt, ſo iſt die Verbindung zwiſchen D und A B durch dieſen Weg offen. Giebt man aber dem Griffe eine ſolche Stellung, daß der Eingang des zweyten Canals gegen C zu ſtehen kömmt, ſo iſt die Verbindung zwiſchen D und A B verſperrt, dagegen eröfnet der zweyte Canal nunmehr einen Weg, der aus dem Raume A B durch den Grif E ins Zimmer hinaus führt. Man darf alſo nur dem Griffe des Hahns beym Zurückziehen des Stempels jedesmal die erſte, und beym Hineintreiben die zweyte Stellung geben, um die im vorigen angezeigte Abſicht zu erreichen.

Ventile oder **Klappen** hingegen ſind Vorrichtungen, wodurch eine Oefnung dergeſtalt verſchloßen wird, daß ein flüßiges Weſen nach einer Richtung durch ſie durchgehen kan, hingegen ſich ſelbſt den Weg verſetzen muß, wenn es nach der entgegengeſetzten Richtung wieder zurück will. Die einfachſten **Klappen** (*clapets*) ſind lederne Deckel, die an der Oefnung auf einem Ringe aufliegen, und in einem Charniere auf und zu gehen. Strömt nun die flüßige Materie nach der einen Seite, ſo ſtößt ſie ſich ſelbſt den Deckel auf, und öfnet den Weg; will ſie aber nach der andern Seite zurück, ſo ſchlägt ihr Druck den Deckel zu, und ſie verſchließt ſich ſelbſt den Rückweg. Solche Klappen ſind für das Waſſer brauchbar, ſ. **Pumpen**. Für die Luft dienen beſſer die **Blaſenventile**, Taf. XIV. Fig. 11., wo über der Oefnung des Rohrs ein metallner Ring E F G H liegt, der in der Mitte das Loch I K hat, über das ein Stück naſſe Blaſe A B C D geſpannt, und bey A, B, C, D, an den Ring ſo befeſtiget wird, daß es ſich mit geringer Gewalt in die Höhe heben läſt. Drückt nun die Luft aus der Oefnung I K gegen die Blaſe, ſo hebt ſie die letztere ein wenig auf, und öfnet ſich den Weg zwiſchen ihr und dem Ringe; will ſie aber zurückgehen, ſo drückt ſie die Blaſe gegen den Rand der Oefnung I K an, preßt ſie in dieſelbe hinein, und verſchließt ſich ſelbſt den Rückweg. Wenn ſolche Blaſenventile, eines im Boden des Stiefels bey B, Taf. XIV. Fig. 10. und eines im Stempel C (der zu dieſer Abſicht hohl ſeyn

muß) angebracht ſind, die ſich beyde gegen A zu öfnen laſſen, ſo öfnet beym Zurückziehen des Stempels die Luſt in D das Bodenventil B, und tritt in den Raum B A, beym Hineintreiben des Stempels hingegen kan ſie nicht wieder zurück, muß alſo durch ihren Druck das Kolbenventil C öfnen, und durch den Kolben hindurch in den Theil A übertreten, aus welchem ſie der nächſte Rückzug des Stempels ins Zimmer treibt. Statt des Kolbenventils dient auch wohl eine lederne Scheibe, die über den Stempel hervorragt, beym Hineinſtoßen ſich an den Kolben anlegt, und der Luft Platz macht, beym Zurückziehen aber ſich ausbreitet und den Weg verſperret.

Dadurch theilen ſich nun die Luftpumpen in zwo Hauptgattungen, die mit Hähnen, und die mit Ventilen. Die erſtern gewähren den Vortheil, daß man ſie zugleich als Compreſſionsmaſchinen oder Druckluftpumpen zu Verdichtung der Luft im Raume D gebrauchen kan, wenn man mit den Stellungen des Hahns auf die der vorigen entgegengeſetzte Art abwechſelt. Alsdann wird beym Zurückziehen des Stempels der Stiefel mit dem Zimmer verbunden, und der Raum B A füllt ſich mit atmoſphäriſcher Luft; beym Hineintreiben wird die Verbindung zwiſchen den Stiefel und dem Gefäße D eröfnet, und die aus dem Zimmer eingezogne Luft in D hineingepreßt. Dieſen Vortheil gewähren die Ventile nicht, weil ſie ſich ihrer Natur nach nur nach einerley Seite zu öfnen laſſen. Auch ſind die Hähne ſicherer, und ſtellen der Luft einen Weg dar, der ſchon an ſich offen iſt, ſtatt daß ſie bey den Ventilen ihn erſt ſelbſt öfnen muß, wozu ſie endlich bey ſehr ſtarker Verdünnung nicht mehr Kraft genug hat. Dieſer letzte Umſtand ſcheint den Hähnen einen beträchtlichen Vorzug vor den Ventilen zu geben.

Dagegen haben die Hähne die Unbequemlichkeit, daß man ſie zwiſchen jeder Bewegung des Stempels anders ſtellen muß, welches die Operation aufhält. Man hat zwar Vorrichtungen, durch welche ſich die Hähne beym Hin- und Herziehen der Stempel von ſelbſt ſtellen; doch ſind dieſe immer ſehr zuſammengeſetzt. Weſentlicher aber

iſt dieſer Fehler der Hähne, daß ſich zwiſchen E und B, oder zwiſchen dem Hahne und dem Stempel, immer ein kleiner Raum befindet, in welchem Luft von gleicher Dichte mit der äuſſern ſitzen bleibt, die ſich beym Aufziehen des Stempels durch den Stiefel und das Gefäß mit verbreitet, die Verdünnung vermindert, und alſo dem Zwecke der Operation entgegen iſt. Es iſt ſehr ſchwer, dieſen ſchädlichen Raum (ſpatium noxium) zwiſchen Stempel und Hahn zu vermeiden, zumal da ſich auch die genaueſten Hähne durch das öftere Drehen mit der Zeit ausſchleifen.

Wenn der Hahn unmittelbar an B anſchließt, und die Capacität des Gefäßes D nebſt der Röhre GFE $= a$, der Raum des Cylinders AB aber $= b$ geſetzt wird, ſo dehnt ſich auf den erſten Zug die in a enthaltene Luft durch den Raum $a+b$ aus, und erhält alſo die Dichte $\frac{a}{a+b}$, wenn ihre anfängliche Dichte $= 1$ war. Der zweyte Zug verdünnt ſie wiederum in eben dem Verhältniße, und giebt ihr die Dichte $\left(\frac{a}{a+b}\right)^2$; ſo daß ſie nach n Zügen noch die Dichte $\left(\frac{a}{a+b}\right)^n$ hat. Faßt z. B. das Gefäß nebſt der Röhre 1 Cubikſchuh, der Cylinder auch 1 Cubikſchuh Raum, ſo ſollte durch zehnmaliges Hin- und Hergehen des Kolbens die Luft im Gefäße auf die Dichte $(\frac{1}{2})^{10} = \frac{1}{4096}$ gebracht, oder 4096 mal verdünnt ſeyn. Auch zeigt die Formel, daß man die Luft nie ganz auspumpen könne, weil $\left(\frac{a}{a+b}\right)^n$ nie $= 0$ werden kan. Man ſieht aber leicht, daß bey der Ausübung ſehr große Abweichungen von dieſer Regel vorkommen müſſen. Hievon und von der Berechnung der Wirkungen verſchiedener Luftpumpen wird man ſich am beſten aus Karſten (Lehrbegriff der geſammt. Math. VI Theil, Pneumatik, 4ter u. 6ter Abſchnitt) unterrichten können.

Statt das Gefäß D unmittelbar bey G aufzuſchrauben, pflegt man das Ende des Zwiſchenrohrs F G durch die Mitte eines meſſingenen Tellers zu leiten, auf den man eine gläſerne Glocke (einen Recipienten) ſo ſetzt, daß zwiſchen ihrem Rande und dem Teller keine Luft durch kan. Man legt in dieſer Abſicht zwiſchen den Rand der Glocke und den Teller ein naſſes Leder, oder noch beſſer zartes Leder in 1 Theil Terpentin und 1 Theil Baumwachs zuſammengeſchmolzen getränkt. Am beſten ſchließen die unten abgeſchliffenen Glocken auf einen mattgeſchliffenen Teller mit etwas Baumöl ohne alles Leder. Man hat gar nicht nöthig, die Glocke zu befeſtigen; ſie drückt ſich durch ihr Gewicht an, und ſobald durch einen oder etliche Züge die Luft unter ihr verdünnt iſt, wird ſie durch den Druck der Atmoſphäre ſo feſt, daß kein Menſch ſie abzuheben vermag.

Dies iſt das Weſentlichſte, was die meiſten Luftpumpen miteinander gemein haben. Aber es giebt kaum ein phyſikaliſches Werkzeug, deſſen Einrichtung ſo oft und ſo mannigfaltig abgeändert worden wäre, als die der Luftpumpe. Man hat daher ſehr vielerley Arten derſelben, Pumpen mit Hähnen oder Ventilen, einfache oder doppelte Pumpen; Pumpen mit Handhaben, Steigbügeln, Kurbeln, Kreuzwinden, Druckbalken ꝛc., Queckſilberpumpen, Pumpen ohne Kolben u. ſ. w. angegeben. Von allen dieſen Erfindungen wird ſich in den nachfolgenden Abſchnitten am beſten in chronologiſcher Ordnung reden laſſen.

Geſchichte der Luftpumpe bis auf Smeaton.

Als es durch Galilei Verſuche, und noch mehr durch die Erfindung des Barometers, erwieſen war, daß ſich luftleere Räume hervorbringen ließen, bedienten ſich die Mitglieder der Akademie zu Florenz hiezu der torricelliſchen Röhre. Um mehr Raum zu erhalten, blieſen ſie das verſchloßne Ende dieſer Röhre in Geſtalt einer Phiole oder Kugel auf, die man am obern Theile öfnen konnte, um Körper von einiger Größe hineinzubringen. Sie verſchloſſen

dann die Kugel wieder, füllten alles mit Queckſilber an, und brachten das untere ofne Ende in ein Gefäß mit Queckſilber, worauf denn dieſe flüßige Materie in der aufgerichteten Röhre herabſank, und den obern Raum, wie im Barometer, luftleer ließ. Auf dieſe höchſt unbequeme Art haben ſie dennoch eine ziemliche Menge Verſuche angeſtellt.

Um das Jahr 1650 aber erfand Otto von Guericke, churbrandenburgiſcher Rath und Burgemeiſter zu Magdeburg eine eigne weit bequemere Maſchine zu Verdünnung der Luft in verſchloßnen Gefäßen. Der hole metallne Cylinder AB Taf. XIV. Fig. 12. iſt unten in AC umgebogen, daß ſich in ihn bey C der gläſerne Recipient D einſetzen, und luftdicht verkütten läßt. Am Halſe des Recipienten iſt bey E ein Hahn, den man verſchließen kan, wenn man den Recipienten wieder von C abnehmen will. Bey G iſt eine mit einer Klappe verſehene Oefnung, durch welche die Luft in den Cylinder treten kan, wenn der Kolben I vermittelſt der Stange IK gegen B zurückgezogen wird. Etwas höher bey H iſt eine andere mit einem Ventil verſehene Oefnung, durch welche die Luft ins Zimmer tritt, wenn man den Stempel von B nach A zurückſtößt. Um den Hahn und die Stelle bey C vor dem Eindringen der äußern Luft zu bewahren, ſetzte Guericke den ganzen Apparat in ein Gefäß NOPQ, das er bis über E mit Waſſer füllte. Der Stempel ward am Griffe LM von zween Perſonen hin und her bewegt, wobey allenfalls beym Zurückziehen noch zween andere an Stricken zogen, welche an den Grif gebunden waren. Die Ventile waren von Leder.

Durch dieſe Maſchine gelang es Guericken, wiewohl mit Mühe, eine hohle Kugel ziemlich luftleer zu machen, und viele Verſuche anzuſtellen, welche die Schwere und Federkraft der Luft bewieſen. Dieſe Verſuche wurden bald bekannt, und er ſelbſt zeigte ſie 1654 in Gegenwart des Kaiſers Ferdinand III. und einiger deutſchen Fürſten auf dem Reichstage zu Regensburg. Der Kurfürſt von Mainz und Biſchof von Würzburg Johann Philipp

erhielt von ihm eine ſolche Maſchine, welche der Jeſuit **Caſpar Schott** (Mechanica hydraulico-pnevm. Herbip. 1657. 4. in Append. unter dem Titel: Experimentum novum Magdeburgicum) zuerſt beſchrieben hat. Dies alles ſind unbezweifelte Thatſachen, und ſo ſollte der durch die Luftpumpe ausgeleerte Raum billig die **guerickiſche Leere** (Vacuum Guerickianum) genannt werden.

Durch Schotts angeführtes Buch lernte **Robert Boyle** in England dieſe Maſchine kennen, und brachte nebſt dem D. **Hook** bey derſelben beträchtliche Verbeſſerungen an, die er ſchon 1659 beſchrieb (New experiments phyſico-mechanical, touching the ſpring and weight of the air. Oxford. 1669. und lateiniſch: Noua exp. phyſico-mech. de vi aëris elaſtica in Opp. To. I.). Boyle gab der Maſchine ein Fußgeſtell, ſtellte den Cylinder darauf ſenkrecht, und verſahe die darauf gekittete Glaskugel mit einem metallenen Deckel mit eingeſchliffenem Stöpſel, dadurch man ſie öfnen, und was man wollte, hineinbringen, auch an einem inwendig befindlichen Hacken aufhängen konnte, ohne die Kugel abzunehmen. Der Stempel geht von unten in den Cylinder hinein, und hat eine gezahnte Kolbenſtange, in die ein Getrieb eingreift, das man mit einer Kurbel umdreht. Durch dieſen von **Hook** angebrachten Mechaniſmus, der die Fuhrmannswinde nachahmt, wird die Kraft ſo verſtärkt, daß eine einzige Perſon den Stempel ganz leicht auswindet. Am obern Theile des Cylinders iſt ein Loch mit einem eingeſchliffenen metallnen Stöpſel, und am Halſe der Kugel ein Hahn, wie bey Guericke. Das äuſſere Anſehen dieſer Pumpe zeigt Taf. XIV. Fig. 13. Oefnet man den Hahn, und windet den Stempel herab, ſo wird die Luft in der Kugel verdünnt; verſchließt man dann den Hahn, und öfnet das Loch im Cylinder, ſo wird durch das Heraufwinden des Stempels die aus der Kugel gezogne Luft ins Zimmer getrieben.

Dieſe Luftpumpe läßt ſich auch als Compreſſionsmaſchine gebrauchen, wenn man beym Herabwinden das Loch

öfnet und den Hahn verſchließt, beym Aufwinden hingegen das Loch verſtopft und den Hahn öfnet. Ueberdies hat ſie eine bequemere Geſtalt, erfordert weniger Kraft, und erleichtert das Einbringen anderer Körper in die Kugel mehr, als die guerickiſche. Dieſe Vortheile, ihre frühzeitige Bekanntmachung und die Menge lehrreicher Verſuche, welche Boyle damit anſtellte, machten, daß dieſer von ſeinen Landsleuten für den Erfinder der Luftpumpe gehalten, und der luftleere Raum in ſeiner Kugel die boyliſche Leere (Vacuum Boylianum) genannt ward. Er geſteht aber ſelbſt die Erfindung Guericken zu, den er (Nov. exp. phyſ. mech. in prooem.) mit vielem Lobe nennt.

Guericke ſelbſt ſetzte doch an dieſer boyliſchen Einrichtung aus, daß durch die angebrachte Winde zu viel Zeit verlohren gehe, und die äuſſere Luft nicht genug abgehalten werde. Dies letztere ſieht auch Boyle ſelbſt für die größte Schwierigkeit an, und geſteht, daß hiebey faſt alles auf die Geſchicklichkeit des Künſtlers ankomme. Guericke, der das Waſſer als das beſte Gegenmittel dafür anſahe, erfand noch vor dem Jahre 1663 zwey andere Einrichtungen. Die eine derſelben iſt zwar ſehr zweckmäßig, aber auch ungemein beſchwerlich, weil ſie zwey über einander gelegne Zimmer erfordert. Sie wird vom P. Schott (Technica curioſa. Herbip. 1664. 4. L. I.) nebſt der erſten guerickiſchen Luftpumpe unter dem Titel: Mirabilia Magdeburgica beſchrieben. Guerickens zwote neuere Einrichtung iſt einfacher und der boyliſchen ähnlich; nur wird der Stempel nicht gewunden, ſondern durch einen Hebel bewegt, und an der Stelle, wo der Hals der Kugel in den Cylinder eingelaſſen iſt, befindet ſich ein Gefäß, um durch hineingegoßnes Waſſer die Luft von dieſer Stelle und vom Hahne abzuhalten. Guericke ſelbſt beſchreibt alle dieſe Erfindungen und die damit angeſtellten Verſuche in einem merkwürdigen Buche, das zwar ſchon am 14ten März 1663 fertig war, aber erſt ſpäter heraus kam. (*Ottonis de Guericke* Experimenta noua Magdebur-

gica de vacuo ſpatio. Amſtel. 1672. fol. Lib. III. cap. 2. ſqq.)

Die deutſchen Phyſiker behielten die erſte höchſt einfache guerickiſche Luftpumpe bey, indeß man ſich in England der boyliſchen bediente. **Johann Chriſtoph Sturms** Luftpumpe (Collegium curioſum, Norimb. 1676, 4. Tentam. XIII. p. 100. ſqq.) iſt der guerickiſchen Taf. XIV. Fig. 12. gleich; nur iſt das Ventil H in den Stempel gebracht, der in dieſer Abſicht hohl iſt. Auch iſt die Stempelſtange hohl, und die Luft geht durch dieſelbe zu einer nicht weit vom Handgriffe LM befindlichen Oeffnung ins Zimmer heraus.

Einige beträchtliche Verbeſſerungen der boyliſchen Einrichtung machte der franzöſiſche Arzt **Dionyſius Papin** (Nouvelles experiences du Vuide. à Paris, 1674. 4. und noch mehr in A continuation of the new Digeſter of bones, Lond. 1687. 4. ſ. auch Acta Erud. Lipſ. 1687. menſ. Jun. p. 324. ſqq.). Er verwarf die Winde ebenfalls wegen der Langſamkeit der Züge, und brachte dafür an die Kolbenſtange einen Steigbügel an, den man mit dem Fuße niedertrat. Statt des Hahns legte er ein **Blaſenventil** ans Ende des Communicationsrohrs, und bediente ſich zuerſt des **Tellers**, daher er ſich nicht mehr auf Kugeln einſchränken durfte, ſondern cylindriſche und glockenähnliche Gefäße aufſetzen konnte. Dies erleichterte die Anſtellung der Verſuche, und verſchafte ihm Mittel, die Körper unter dem Recipienten ohne Einlaſſung der Luft zu bewegen.

Nach dieſen Vorgängern brachte der Profeſſor **Wolferd Senguerd** zu Leiden die ſo berühmt gewordene ſenguerdiſche oder **Luftpumpe mit dem ſchiefliegenden Cylinder** zu Stande; welche er ſchon 1685 (Philoſophia naturalis, Lugd. Bat.) angegeben, aber nach ſeiner Nachricht (Rationis atque experientiae connubium. Ed. 3tia. Roterod. 1715.) erſt im Jahre 1697 mit Hülfe eines Künſtlers vollendet hat. Sie iſt in Deutſchland durch **Wolfs** vortrefliche Beſchreibung (Nützliche Verſuche, Halle, 1721. 8. I Theil. S. 112. u. f.), die man als ein Muſter

in dieſem Fache anſehen kan, ſehr bekannt geworden. Es iſt eigentlich die Beſchreibung derjenigen Maſchine, die Wolf ſelbſt beſaß, und die von **Leupold** in Leipzig 1718 verfertiget war. Eine andere von Johann von Muſſchenbroeck, dem Bruder des bekannten Phyſikers, gearbeitete, die von jener nur in den Abmeſſungen und wenigen Nebenumſtänden abweicht, kam aus dem Nachlaſſe des Prof. Heinſius an den verſtorbnen D. Ludwig, und befindet ſich jetzt in der zum Gebrauch bey hieſiger Univerſität angekauften Sammlung.

Die ſenguerdiſche Luftpumpe iſt Taf. XIV. Fig. 14. abgebildet. Ihr Cylinder AB ruht auf dem Geſtell CD in ſchiefer Lage, und wird durch das Rohr GEF mit dem Teller verbunden. Am Boden des Cylinders iſt der Hahn H. In die gezahnte Stempelſtange K greift ein Getriebe an der Axe I, wodurch vermittelſt des Kreuzhaſpels LMNO der Stempel aus- und eingewunden wird. Der Hahn H iſt doppelt durchbohrt, wie Fig. 15 deutlicher zeigt, einmal bey Q. ſenkrecht durch ſeine Axe, dann aber auch nach der Richtung der Axe TS ſelbſt, von oben nach unten, jedoch, daß dieſer Canal nicht völlig den durch Q gebohrten Weg erreicht, ſondern ſich bey S ſeitwärts nach R wendet. Die Oefnungen Q und R liegen in einer auf die Axe ſenkrechten Ebne. Der Grif des Hahns wird mit dem Wege durch Q parallel geſetzt. Steht er alsdann ſo, wie Fig. 14., ſo iſt der Weg aus der Glocke in den Cylinder offen, und die Luft kan bey ausgewundenem Stempel aus jener in dieſen hineintreten. Dreht man aber den Hahn ſo weit, daß der Grif einen Quadranten durchläuft und ſich ſeitwärts kehrt, ſo hängt der Cylinder mit dem Canal RST, Fig. 15., zuſammen, durch welchen die Luft beym Hineinwinden des Stempels ins Zimmer übergeht. Der Canal ST kan nach Gefallen mit dem Stöpſel P, Fig. 14. verſchloſſen werden. Dieſe Einrichtung der Luftpumpe iſt auch von Teichmayer (Elem. Philoſ. natur. exp. Jenae 1717. p. 144.) und von **Leupold** (Deutſ. Beſchreib. der ſogenannten Luftpumpe, Leipz. 1707., nebſt zwey Fortſetz. 1711. und 1714. 4.) beſchrie-

ben. Sie hat, wie die boyliſche, den langſamen Kolbenzug: läßt aber, wegen der faſt horizontalen Stellung, einen längern Cylinder zu, und dient auch als Compreſſionsmaſchine.

Weil bey allen dieſen Maſchinen blos der Auszug des Stempels die Luft verdünnt, das Hineintreiben aber eine vergebliche Pauſe veranlaßt, ſo erfand **Hawksbee** (Phyſico-mechanical experiments on various ſubjects. London, 1709. 4. ſ. auch Act. Erud. Lipſ. Suppl. To. V. p. 403.) die **doppelte Luftpumpe** oder die mit **doppeltem Stiefel**, welche die Luft ununterbrochen verdünnet, indem der Kolben im andern Stiefel zugleich ausgezogen wird, wenn man den im erſten hineintreibt. Beyde Stiefel ſtehen neben einander, die bezahnten Kolbenſtangen gehen von oben hinein, und zwiſchen beyden liegt ein Getrieb oder Stirnrad, das durch eine Kurbel umgedreht wird. Man dreht die Kurbel abwechſelnd vor- und rückwärts, jedesmal ſo weit, bis die Kolben die ganze Länge der Stiefel durchlaufen haben. Unten am Boden ſind beyde Cylinder durch ein enges Rohr vereiniget, aus welchem ein anderes enges Rohr bis in die Mitte des Tellers heraufgeht. Der Boden der Cylinder ſteht in einer zwey Zoll hohen Ciſterne mit Waſſer, um die äuſſere Luft abzuhalten. Die Kolben ſind mit **Blaſenventilen** verſehen, über welche ebenfalls Waſſer gegoſſen wird. Das Geſtell iſt ein Tiſch mit vier Füßen, auf deſſen Blatte die Cylinder nebſt einigen Säulen ſtehen. Vier dieſer Säulen tragen den Teller, und zwo ein Querſtück, in welchem die Axe des Getriebes oder Stirnrads ruht.

Um die Behandlung dieſer Pumpe noch mehr zu beſchleunigen, brachte **Leupold** (Deutl. Beſchr. der Luftpump. Erſte Fortſ. 1711. 4. und Act. Erud. Lipſ. 1713. menſ. Febr. p. 95. ſq.) ſtatt der bezahnten Stangen mit dem Getriebe, einen ſtarken Wagbalken an, an deſſen beyden Enden die Kolbenſtangen, wie bey den großen Feuerſpritzen, hängen. Dieſer Balken iſt nur ſo lang, als die Entfernung der Kolbenſtangen vom Mittel es erfordert,

an ſeiner Axe aber ſteckt ein etwas längerer Balken oder Hebel mit dem vorigen parallel, deſſen beyde Enden man mit den Händen angreifen, und ſo durch abwechſelndes Heben und Niederdrücken die Kolben in Bewegung ſetzen kan. Dieſe Kolben ſind ebenfalls mit Ventilen verſehen, bey welchen aber Leupold eine vortheilhaftere Einrichtung angebracht hat. Der Mechaniſmus dieſer Pumpe iſt ſehr einfach, erfordert keinen großen Aufwand, und beſchleuniget die Operation ſo, daß ſie ganz unſtreitig zu geſchwinden Verſuchen, die keinen hohen Grad der Verdünnung erfordern, die bequemſte bleibt. Auch fällt die äuſſere Form, die ihr Leupold in der Folge gegeben hat, ſehr gut ins Auge. Man findet ſie Taf. XIV. Fig. 16. abgebildet. Aber ſie dient nicht zu genauen Arbeiten, weil ſie, wie alle Ventilpumpen, die Luft nur ſo lang verdünnt, als dieſelbe noch Kraft behält, ſich die Ventile zu öfnen. Ueberdies bewegen ſich die Enden des Wagbalkens im Bogen, drücken daher nicht ſenkrecht auf die Kolbenſtangen, und ſchieben die Stempel nach ſchiefen Richtungen.

s'Graveſande beſchreibt (Elem. Philoſ. nat. math. To. II. L. IV. c. 4.) zwo Einrichtungen der Luftpumpe, von welchen auch Johann von Muſſchenbroek (Beſchreibung der doppelten und einfachen Luftpumpe, überſ. von J. C. Thenn, Leipz. 1765. 8. franzöſiſch als ein Anhang beym Eſſai de phyſique par *P. van Muſſchenbroeck*, traduit par *Maſſuet*. Paris. 1739.), der ſie ſelbſt verfertiget hatte, Nachricht giebt. Die Abſicht iſt, Hähne zu gebrauchen, die ſich aber beym Hin- und Herziehen des Kolbens **von ſelbſt** in die gehörige Stellung ſetzen, und dadurch die Zeit erſparen ſollen, die ſonſt auf das Stellen bey jedem Zuge verwendet wird. Die erſte dieſer s'Graveſandiſchen Pumpen iſt eine **doppelte**, an der man die bezahnten Kolbenſtangen durch ein Stirnrad bewegt, dieſes aber durch eine gleichförmige Druckſtange hin und her treibt. Die beyden Cylinder ſtehen, und ſind mit dem Teller ſo, wie bey der leupoldiſchen Pumpe, verbunden. Jeder Cylinder hat unten ſeinen eignen, auf doppelte Art durch-

bohrten Hahn, und beyder Hähne Griffe ſind durch eine horizontale Stange ſo verbunden, daß ſie ſich allemal zugleich bewegen. An der Axe des Stirnrads hängt ein Schwengel, der ſich in zwey Arme ſpaltet, und wenn das Rad hin und her gedreht wird, wie ein Pendel ſchwingt. Aus der Mitte der Stange, welche die Hähne verbindet, geht eine Vorrichtung heraus, welche beym Anfange jedes neuen Zuges von einem der Arme des Schwengels ergriffen wird, und auf ſolche Art beyde Hähne zugleich umdreht. So ſtellen ſich gleich im Anfange des Zuges die Hähne gehörig, und behalten dieſe Stellung im Fortgange des Zuges, weil der Arm des Schwengels die Vorrichtung bald wieder fahren läßt. Die zwote Pumpe des s'Graveſande iſt eine **einfache**, ſonſt der vorigen ähnlich, nur daß der Cylinder ſchief liegt, und ſtatt des Stirnrads, weil man nie eine ganze Umdrehung braucht, nur ein bezahnter Cirkelſector angebracht iſt. Dieſe Pumpen ſind aber ſehr zuſammengeſetzt, und darum nicht allein koſtbar, ſondern auch vielen Beſchädigungen unterworfen. So weit ſich die Verdünnung damit treiben läßt, ſo verſichert doch **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2120.), daß ſchon 1680 ſein Vater und deſſen Bruder Luftpumpen von beſſerer Wirkung, als die doppelte graveſandiſche, gehabt hätten.

Der Abt **Nollet** (Mém. ſur les inſtrumens, qui ſont propres aux experiences de l'air in d. Mém. de l'Acad. des ſc. de Paris, ann. 1640. 1641. ingl. Leçons de Phyſ. exp. T. III. Leç. X.) beſchreibt, ebenfalls mit einer muſterhaften Genauigkeit, zwo von ihm ausgedachte Einrichtungen der Luftpumpe, eine einfache und eine doppelte. Die **einfache** hat vorzüglichen Beyfall erhalten. Ihr Cylinder ſteht ſenkrecht, und der Stempel geht, wie bey der boyliſchen, von unten hinein, wird aber nicht gewunden, ſondern an einem an der Kolbenſtange befindlichen Steigbügel mit dem Fuße herabgetreten, und durch eine aufwärts gebogne Stange an einem Handgriffe mit der Hand wieder aufgezogen. Ueber dem Cylinder befindet ſich, wie bey Boyle, ein Hahn, jedoch iſt hier das Loch

im Cylinder, Taf. XIV. Fig. 13., nicht nöthig. Vielmehr iſt der Hahn, wie der ſenguerdiſche, doppelt durchbohrt, ſo, daß man durch abwechſelnde Stellung des Grifs entweder den Cylinder mit dem Teller, oder mit der äuſſern Luft, verbinden kan. Man muß alſo jedesmal vor dem Niedertreten den Grif in die eine, und vor dem Aufziehen in die andere Stellung bringen. Vor der Oefnung, die aus dem Hahne in die freye Luft führt, liegt ein Ventil, das die Luft zwar heraus, aber nicht hinein läßt. Dieſes hat die Abſicht, das Aufziehen des Stempels zu erleichtern. Wenn man nemlich den Stempel niedergetreten hat, ſo iſt der Cylinder mit ſehr verdünnter Luft angefüllt. Oefnet man nun den Hahn, ſo tritt, wenn kein Ventil da iſt, eine Menge Luft aus dem Zimmer in den Stiefel, die man durchs Aufziehen erſt wieder herausſchaffen muß. Liegt aber das Ventil vor, ſo bleibt der Stiefel faſt luftleer, und der Druck der Atmoſphäre von unten auf treibt den Kolben von ſelbſt wieder zurück, daß alſo die Hand nur nachhelfen und ihn vollends ganz heraufziehen darf. Ein ſolches Ventil hatte auch ſchon s'Graveſande bey ſeinen Hähnen angebracht. Man findet dieſe Pumpe ſehr häufig in den Inſtrumentenſammlungen der Phyſiker, und ſie läßt ſich, wenn das Ventil im Hahne weggenommen wird, auch als Compreſſionsmaſchine gebrauchen.

Nollets **doppelte** Luftpumpe iſt weit zuſammengeſetzter. Sie hat zween nebeneinander ſtehende Cylinder, in welche die Kolben mit bezahnten Stangen von unten hineingehen, und durch ein Stirnrad mit einer langen Kurbel bewegt werden. Oben liegt zwiſchen den beyden Cylindern ein Hahn, der ſo durchbohrt iſt, daß er beym Hin- und Herwenden abwechſelnd bald den einen bald den andern Cylinder mit der Glocke verbindet. Die Kurbel an der Axe des Stirnrads hat am Ende einen Zapfen, der beym Anfange jedes neuen Zuges den Grif des Hahns ergreift, mit ſich fortführt, und dadurch dem Hahne die gehörige Stellung giebt. Dabey ſind die Kolben mit ihren Stangen ſo verbunden, daß ſie ſich nicht gleich fortſchieben,

wenn die Stange bewegt wird, ſondern erſt noch eine Zeitlang ſtill ſtehen, bis zuvor der Hahn in ſeine gehörige Stellung gebracht iſt. Der Mechaniſmus hiezu iſt zu weitläuftig, als daß hier der Raum eine Beſchreibung davon verſtattete. Auch iſt dieſe Luftpumpe außerhalb Frankreich nicht in Gebrauch gekommen.

Durch die ſenguerdiſchen, graveſandiſchen und nolletſchen Luftpumpen ward der Gebrauch der Hähne auf dem feſten Lande faſt allgemein eingeführt: nur in England blieben die Ventile des Hawksbee mehr gewöhnlich, die auch wirklich vor den Hähnen viel Bequemlichkeit voraus haben. Die nun folgende Einrichtung hatte vornehmlich zur Abſicht, den Mängeln dieſer Ventilpumpen abzuhelfen.

Smeaton's Luftpumpe, und deren Verbeſſerungen.

Der engliſche Künſtler **John Smeaton** gab im Jahre 1759 (A letter - concerning ſome improvements made in the Air-Pump. Philoſ. Trans. Vol. XLVII. no. 69.) eine von ihm erfundene Luftpumpe an, die wegen des bequemen Gebrauchs ihrer Ventile ſowohl zur Verdünnung als zur Verdichtung der Luft, und wegen der leichten Bewegung des Kolbens alle vorige übertraf. Sie iſt auch von **Käſtner** (Anfangsgr. der Aerometrie §. 50. u. f.) und **Karſten** (Lehrbegrif der geſammten Math. Th. VI. Pneumatik. V. Abſchn. §. 85. u. f.) umſtändlich beſchrieben und abgebildet worden.

Dieſe Luftpumpe hat einen aufrechtſtehenden Cylinder A B, Taf. XV. Fig. 17., in welchen der Kolben von oben hinein geht. Die Kolbenſtange iſt über doppelt ſo lang, als der Cylinder, und nur am obern Theile bezahnt. Um der äuſſern Luft den Zugang zum obern Theile des Cylinders zu verwehren, iſt dieſer bey A O mit einem Deckel verſchloſſen, durch welchen die Kolbenſtange luftdicht durchgeht. Das Geſtell dieſer Pumpe iſt ein Tiſch mit vier Füßen, zwiſchen welchen der bis ins Tiſchblatt reichende Cylinder feſt iſt. Auf dem Tiſchblatte

ſtehen ſechs Säulen, alle noch um etwas höher, als die Füße des Tiſches: zwo davon tragen ein Queerband, das der Axe des Getriebes zur Unterlage dient, die vier übrigen tragen den Teller mit der Glocke. Das Getriebe wird mit einer Kurbel umgedreht.

Der Kolben hat ein Ventil, welches die Luft nur nach oben durchläßt: ein ähnliches iſt im Boden des Stiefels, aus dem Rohr CD fortgeht. Gienge dieſes Rohr ohne Unterbrechung bis zum Teller, und wäre der Cylinder oben bey A O offen, ſo würde die Pumpe zur Verdünnung der Luft dienen. Damit ſie nun auch zur Verdichtung diene, iſt die Röhre CD bey D durch einen Hahn EFGH unterbrochen, deſſen Kopf K mit drey Griffen oder Schweifen, wie KL, verſehen iſt.

Die innere Einrichtung dieſes ſmeatonſchen Hahns zeigen Fig. 18 und 19., welche horizontale Durchſchnitte durch ihn vorſtellen. So iſt Fig. 18. CD das Rohr; der äuſſere Ring die Hülſe des Hahns, die innere Kreisfläche der Körper deſſelben, welchen Fig. 19. noch einmal beſonders vorſtellt, alles im Durchſchnitte durch die Axe des Rohrs CD. Die unbewegliche Hülſe hat drey Oefnungen bey D, N und M. Die bey D ſteht an der Röhre CD, von M geht eine Röhre hinauf in den Teller, von N eine andere in den obern Theil des Cylinders, wie es bey OPQ, Fig. 17. vorgeſtellt iſt. Der Körper des Hahns, Fig. 19. iſt auch an drey Stellen 1, 2, 3, durchbohrt, welche an die Oefnungen der Hülſe D, N, M paſſen. Von 1 bis 2 geht ein Canal durch den Hahn; von 3 ein anderer nach der Mitte zu, der ſich aber bey Y aufwärts biegt, und oben hinaus geht, wie Fig. 17. bey DYZ vorſtellt. Mit den Linien V1, V2, V3 ſtehen die drey Griffe des Hahns parallel.

Steht nun der Hahn, wie bey Fig. 18., ſo iſt D mit M, d. h. der Cylinder mit dem Teller und der Glocke, bey N aber durch 3 der obere Theil des Cylinders mit der äuſſern Luft verbunden. So wird durch Auf- und Abwinden des Kolbens die Luft unter der Glocke verdünnt. Deswegen wird der mit V1 parallelle Grif des

Hahns, der hiebey gegen den Cylinder gekehrt werden muß, mit dem Buchſtaben E (Exantlation) bezeichnet.

Der mit V 3 parallele Grif hat den Buchſtaben C (Compreſſion). Wird dieſer gegen den Cylinder gekehrt, ſo trift 3 auf D, 1 auf M, 2 auf N. Alſo iſt M mit N, d. h. der obere Theil des Cylinders mit dem Teller und der Glocke, bey D aber durch 3 der untere Theil des Cylinders mit der äuſſern Luft verbunden. So füllt ſich beym Aufwinden des Kolbens der Stiefel von unten mit atmoſphäriſcher Luft; dieſe wird beym Niederſtoßen durch das Kolbenventil durchgetrieben, und beym folgenden Aufwinden durch das Rohr O P Q. Fig. 17., den Hahn und das in den Teller gehende Rohr, in die Glocke gepreßt. Durch Fortſetzung der Operation wird alſo die Luft unter der Glocke verdichtet.

Der dritte mit V 2 parallele Grif iſt ohne Zeichen. Kehrt man ihn gegen den Stiefel, ſo trift 3 auf M, d. h. die Glocke ſelbſt wird mit der äuſſern Luft verbunden. Dieſe Stellung iſt das Mittel, die Luft wieder unter die Glocke zu laſſen, wenn ſie ausgeleert, oder ſie herauszulaſſen, wenn ſie comprimirt war.

Dieſe ſinnreiche Einrichtung des Hahns macht die Pumpe, ob ſie gleich Ventile hat, dennoch zur Verdichtung der Luft geſchickt. Einen andern Vorzug erhält ſie durch den geſchloſſenen Deckel A O, Fig. 17., wo an der Oefnung O ein drittes Ventil vorliegt, welches keine Luft in den Stiefel hinein, wohl aber heraus läßt. Nemlich beym Verdünnen ſowohl, als beym Verdichten iſt immer nur nöthig, daß bey O Luft ausgehe, niemals daß ſie eingehe. Die eingehende Luft aber iſt in beyden Fällen hinderlich. Beym Verdünnen kömmt ſie aus dem Zimmer hinein, hat alſo gleiche Dichte mit der äuſſern, und drückt den Stempel mit dem ganzen Gewichte der Atmoſphäre nieder. Beym Verdichten tritt ſie aus der Glocke hinein, wo ſie ſchon ſtark verdichtet iſt, und alſo dem Stempel mit einer ſtarken Federkraft widerſteht, welches man großentheils vermeiden kan, wenn man das Eindringen abhält. Dies er-

leichtert alſo den Kolbenzug, doch hatten ſchon s'Graveſande und Nollet dieſen Vortheil bey ihren Pumpen angebracht.

Endlich hat auch Smeaton die Ventile ſelbſt beträchtlich verbeſſert. Er giebt dem Bodenventile die Taf. XIV. Fig. 11. vorgeſtellte Einrichtung, da Hawksbee ſich begnügt hatte, blos einen Streif Blaſe, in Geſtalt eines Rechtecks, über die Oefnung des Ringes zu ſpannen. Der Boden des Stiefels hat unten eine runde Vertiefung FS, Taf. XV. Fig. 17., deren Oefnung dreymal weiter iſt, als die Röhre CD. Dadurch wird der Druck der Luft gegen das Ventil 9 mal ſtärker als ſonſt. Damit aber dieſer Druck die Blaſe nicht ſprenge, liegt über FS eine metallne Platte, in deren Mitte ſich das Taf. XIV. Fig. 11. vorgeſtellte zarte Netz von 7 Sechsecken befindet. Ueber dieſe Platte und dieſes Netz iſt die Blaſe in der Form ABCD geſpannt. Die Bogen EFGH ſind ein wenig erhöht, damit der Stempel, wenn er unten angedrückt wird, die Blaſe nicht beſchädige. Im Kolben iſt in der Mitte der ebnen und glatten Grundfläche die Oefnung c, Taf. XV. Fig. 17., über der das Kolbenventil liegt. Durch den obern Theil des Kolbens gehen die Gänge m und n, um die Luft hinaufzulaſſen. Wenn hiebey auch ein Theil der im Cylinder befindlichen Luft unterhalb des Kolbens ſitzen bleibt, ſo kan derſelbe doch nicht mehr betragen, als was den kleinen Canal c ausfüllt. Wäre das Ventil O nicht da, und alſo der Gang mn mit äuſſerer Luft angefüllt, ſo hätte dieſe zwiſchen Boden- und Kolbenventil ſteckende Luft gleiche Dichte mit der äuſſern. Da aber O alle äuſſere Luft abhält, alſo der obere Raum faſt luftleer iſt, ſo wird die Luftportion in c das Kolbenventil ſo lange heben und ſich ausbreiten, bis ſie nur noch gleiche Dichte mit der Luft unter der Glocke hat.

Wie viel dies helfe, kan man ſo überſehen. Der Canal c faſſe den 100ſten Theil der ganzen Capacität des Stiefels. Bleibt er mit Luft von der Dichte der äuſſern erfüllt, ſo dehnt ſich dieſe beym Aufwinden des Kolbens durch den 100fachen Raum aus, wird alſo 100mal dünner. Iſt nun die unter der Glocke auch ſchon 100mal verdünnt,

ſo geht nichts mehr durchs Bodenventil, weil auf beyden Seiten gleich dichte Luft liegt, und es iſt alles weitere Pumpen vergeblich. Iſt aber das Ventil O da, ſo wird die ſchon 100mal verdünnte Luft in c noch 100mal verdünnt, und nun kan die 100mal dichtere Luft im Rohre CD das Bodenventil gar wohl noch öfnen. Man muß noch in Anſchlag bringen, daß auch oben zwiſchen dem Kolben und dem Ventil O Luft ſitzen bleibt, welche die Dichte der äuſſern hat. Verhalten ſich die kleinen Räume bey O und bey c zum ganzen Kolbenzuge wie $\frac{1}{m}$ und $\frac{1}{n}$ zu 1, ſo kan man die Verdünnung der Luft nicht über das $m \times n$ fache treiben.

Smeaton berichtet, er habe durch dieſe Maſchine die Luft bey reiner Zuſammenſetzung gewöhnlich 1000mal, und allezeit wenigſtens 500mal verdünnen können. Dennoch iſt ſie nicht häufig verfertiget worden, und Prieſtley (Philoſ. Trans. Vol. LXIV. P. I. n. 8.) beklagte ſich, daß kein engliſcher Künſtler ſolche Luftpumpen baue, zu einer Zeit da Kampe in Göttingen deren ſchon drey vollendet hatte. Einige Verbeſſerungen ihrer Einrichtung hat Leiſte (Beſchreibung einer neuen Luftpumpe, Wolfenbüttel, 4.) angegeben.

Nach den von Nairne und Blunt angebrachten Verbeſſerungen beſchreibt dieſe ſmeatonſche Luftpumpe Herr Lichtenberg (Errlebens Anfangsgr. der Naturl. vierte Aufl. Göttingen 1787. 8. nach der Vorrede S. XL. u. f.). Ihren äuſſeren Bau nach dieſer Art ſieht man Taf. XV. Fig. 20. Die Einrichtung des Stiefels DE, und der Mechaniſmus der Kolbenzüge mit der Kurbel B und Zahnſtange C bleibt ungeändert, auch geht aus des Stiefels unterm Theile das Rohr edc in das metallne Stück cb, welches wie eine Stange ausſieht, aber eigentlich eine Röhre iſt, deren Ausgang ſich in das Loch des Tellers a öfnet: aus dem obern Theile aber führt die Röhre gh durch den eben ſo geformten Canal ok in den Teller. Nun iſt aber der ſmeatonſche unten liegende Hahn in zween gewöhnliche ſenguerdiſche Hähne verwandlet, die zu mehrerer Bequemlichkeit oben

bey m und n angebracht ſind. Wenn dieſe Hähne, wie in der Figur, ſtehen, ſo iſt der Canal c b mit der Glocke verbunden; o k aber von der Glocke abgeſchnitten, und dagegen mit der Büchſe i verbunden, aus welcher auf der abgewandten Seite ein Loch in die freye Luft geht. So ſaugt der Kolben beym Aufwinden Luft aus der Glocke durch a b c d e E, und treibt die über ihm befindliche durch D g h i ins Freye. Dies bewirkt **Verdünnung**. Werden aber die Hähne um $\frac{1}{4}$ des Cirkels gedreht, ſo iſt der Canal c b von der Glocke abgeſchnitten, und mit der freyen Luft verbunden; o k aber ſteht jetzt mit der Glocke in Verbindung. So ſaugt der Kolben beym Aufwinden durch m c d e E äuſſere Luft ein, die beym Niedertreiben über ihn tritt, und beym folgenden Aufwinden durch D g h k a unter die Glocke getrieben wird. Dies giebt die **Verdichtung**. Auf den Hähnen und ihren Hülſen ſind Striche mit E und C bezeichnet, welche Merkmale geben, wie die Hähne ſtehen müſſen, um zu exantliren oder zu comprimiren. Man ſieht leicht, daß man durch dieſe Hähne auch äuſſere Luft zur Glocke zu, oder aus ihr ablaſſen könnte; um aber die Hähne zu ſchonen, iſt zur Seite des Canals o k die luftdichte Schraube k angebracht, die man öfnen und ſo die Glocke mit der äuſſern Luft verbinden kan.

Die Ventile haben ſtatt der Blaſen ein angeſchraubtes Stück **Wachstaffet** mit vier Zipfeln. Der Kolben beſteht aus zweyen Stücken, wovon das untere gerade durchbohrt, und mit dem Ventile bedeckt, das obere ſchief durchbohrt iſt. Beyde ſchließen am Rande mit zwiſchenliegendem Leder feſt an einander; in der Mitte aber laſſen ſie zwiſchen ſich einen kleinen Raum, damit ſich das Ventil heben könne. Die Vorrichtungen bey G und bey s q r dienen, die Elaſticität und Menge der unter der Glocke zurückbleibenden Materie zu meſſen, ſ. **Elaſticitätszeiger, Birnprobe**. Dieſe Luftpumpe, von **Nairne** gearbeitet, koſtete ohne den mindeſten Apparat, in London auf der Stelle, 38 Pfund Sterling, oder 218 Thlr. 12 Ggr.

Sie hat noch immer den Fehler, daß ihre Wirkung aufhört, wenn die ſchon ſehr verdünnte Luft nicht mehr

Kraft genug hat, das Ventil zu öfnen. In dieſer Abſicht haben die Herren Haas und Hurter ein Pedal am Boden des Stiefels angebracht, mittelſt deſſen das Bodenventil durch Treten geöfnet, und der Luft, ſo dünn ſie auch ſey, der freye Durchgang verſtattet wird. Beyder Einrichtungen gehen darinn von einander ab, daß Hurter den geölten Taffet des Ventils an einen Rahmen befeſtigt, den man durch den Tritt in die Höhe hebt, Haas hingegen den Boden des Stiefels gleichſam zum Embolus einer zweyten kleinen Luftpumpe macht, und durch das Pedal herabtreten läßt. Beſchreibungen von beyden geben **Cavallo** (Philoſ. Trans. Vol. LXXIII. for 1783. P. II. p. 435 ſqq.) und **Lichtenberg** (Magazin für das Neuſte aus der Phyſik u. Naturg. III. B. 1 St. S. 97 u. f.

Die Einrichtung des Herrn Haas, eines gebohrnen Deutſchen, iſt die einfachere, und Taf. XV. Fig. 21. vorgeſtellt. AB iſt der untere Theil der Pumpe, CCDE ein Stück Meſſing mit einem weiten cylindriſchen Canale, durch Schrauben mit Ledern an AB befeſtigt. Bey G iſt noch ein anderes Stück angeſchraubt, an welches das nach dem Teller hinaufgehende Rohr H gelöthet iſt. Die Oefnung der Pumpe iſt mit einem Stück geölten Taffet bedeckt, das ſechs runde Löcher hat, über einen Ring geſpannt, und in das Stück CDC eingeſetzt iſt. Im Canale DE befindet ſich der Stempel KIr, deſſen unteres Ende in den Hebel MO eingeſetzt iſt, der ſich um M bewegt. An der Mitte dieſes Stempels iſt ein Stück Meſſing, mit runden Ledern umſchloßen, die bis an die Scheiben r und K reichen. Der kleine Raum zwiſchen K und F enthält eine Spiralfeder, die den Stempel in die Höhe drückt. Endlich iſt die Axe des Stempels bis gegen die Mitte durchbohrt, wo ſich eine Seitenöfnung befindet, die mit H Gemeinſchaft hat. Wenn der Stempel in Ruhe iſt, ſo bedeckt das über r geſpannte Stück Taffet die Oefnung, und die Gemeinſchaft zwiſchen dem Innern der Pumpe und der Röhre H iſt aufgehoben. Tritt man aber auf O, ſo zieht ſich der Stempel ein wenig herab, berührt den Taffet nicht mehr, und verſtattet der Luft den Durchgang durch r und durch die Löcher des Taffets.

So ſinnreich auch dieſe Einrichtung iſt, ſo bemerkt doch Herr **Lichtenberg** mit Recht, daß der Vortheil die gehofte Wirkung nicht thue, wenn der Luft nicht der eben ſo freye Durchgang durch die beyden noch übrigen Ventile verſchaft werde. Uebrigens iſt merkwürdig, daß ſchon **Guericke** (Exp. nova de vacuo ſpatio L. III. c. 4. ingl. c. 7. p. 79 und c. 8. p. 81.) Mittel erwähnt, das Ventil im Stiefel durch eine Kraft von auſſen zu eröfnen. Folgendes ſind ſeine Worte: „In fine minimum illud äeris, „quod reſtat in quovis vaſe evacuando, nullam eiusmodi „vim ſeu Elaterem amplius habet, coria ventiliorum ape„riendi: ideo in antliæ operculo, intra ventile & tubu„lum, poteſt conſtitui tubulus aliquis parvus, cum piſtil„lulo & embolo ut & papilla aliqua, cuius beneficio poſſit „*artificioſe tangi & aperiri atque iterum recludi corium* „*interius ventilii*, ut minimum illud äeris — in antliam „deſcendendi lumen habeat." So gedenkt er auch eines „*tubuli extractionis*, cuius ope *corium interioris ventilii* „aperiri poteſt."

Durch ſo viele Künſteleyen aber hat die Luftpumpe ihre erſte Simplicität verlohren. Sie iſt ein theures, umſtändliches und öftern Reparaturen ausgeſetztes Werkzeug geworden, ohne doch ihren Zweck ganz zu erfüllen. Herr **Lichtenberg** (Magazin für das Neuſte a. d. Phyſ. III B. 3 St. S. 107 u. f.) glaubt, dieſer Zweck laſſe ſich überhaupt nur durch **Hähne** mit Dauerhaftigkeit erreichen, denen er aber eine andere Stelle und Lage, als ſonſt, anweiſet. In den ſtarken Deckel a a a des Stiefels b Taf. XV. Fig. 22. werden nach ſeinem Vorſchlage zween coniſche Zapfen, ein gröſſerer c, und ein kleiner l, genau eingeſchliffen, ſo daß ſie die Oefnungen im Stiefel und die Röhren k und n völlig verſchlieſſen. Die Hälſe dieſer Zapfen aber ſind mit Schraubengängen verſehen, und dieſe paſſen in Schraubenmuttern, welche am Deckel des Stiefels befeſtiget ſind. Wenn man alſo die Schlüßel g und h drehet, ſo ſchrauben ſich die Zapfen c und l ein wenig in die Höhe, und öfnen dadurch die Verbindungen zwiſchen dem Stiefel und den Röhren k und n, deren erſte unter die Glocke, die letz-

tere in die äuſſere Luft geht. Oefnet man nun zuerſt den Zapfen oder Hahn c, und zieht den Stempel aus, ſo wird die Luft unter der Glocke verdünnt. Jetzt dreht man den Schlüßel g zurück, verſchließt alſo k wieder, öfnet dagegen n durch Drehung des Schlüßels h, treibt nun den Stempel wieder hinein und bläſet ſo die Luft durch n aus. Ehe nun der zweyte Zug geſchieht muß zuvor l wieder verſchloßen und c geöfnet werden u. ſ. w. Wenn die abgeſtumpften Enden der Zapfen c und l mit der innern Fläche des Deckels ſo eben gearbeitet ſind, daß ſie beynahe unſichtbar werden, und der obere Theil des Stempels genau auf dieſe Fläche angeſchliffen iſt, ſo wird bey dem Aneinandertreten dieſer Flächen die Luft ſo gut, als durch das beſte Ventil, abgeſchnitten. Der größere Hahn an dem Canale, der zur Glocke führt, ſteht zu beſſerer Abhaltung der äuſſern Luft in der Lederbüchſe e, die bey l nicht nöthig iſt. Dieſe Einrichtung dient auch zur **Verdichtung**, wenn man mit der Stellung der Hähne auf die entgegengeſetzte Art abwechſelt, und iſt den Künſtlern zu weiterm Nachdenken allerdings zu empfehlen.

Cuthbertſons Luftpumpe.

Da bisher weder Hähne noch Ventile die Abſicht ganz erfüllen, ſo ſucht der geſchickte Mechaniker in Amſterdam, **Johann Cuthbertſon**, dieſelbe durch Stöpſel zu erreichen, welche durch die innere Einrichtung der Maſchine ſelbſt zu rechter Zeit in Oefnungen einfallen und wieder ausgehoben werden (ſ. Beſchreibung einer verbeſſerten Luftpumpe, a. d. Engl. vom Hrn. Verf. hiezu erhaltenen Original überſ. in den Sammlungen zur Phyſik und Naturg. IV. B. 1 u. 2 St. Leipz. 1788. gr. 8. S. 83 u. f.). Ich kan hier nur das Weſentlichſte dieſer Einrichtung angeben.

Taf. XV. Fig. 23. iſt CD der Stiefel, F die Lederbüchſe, durch welche die Kolbenſtange HH luftdicht eingeht, G ein Gefäß mit Oel; auch R iſt eine Oelbüchſe, welche das Oel aufnimmt, das mit der Luft durch den Canal cc getrieben wird, wenn der Kolben in die Höhe geht; wenn dieſe Büchſe voll iſt, ſo geht das Oel mit der Luft

durch T nach G über. dd iſt ein Drath, der als luftdichter Stöpſel für die Oefnung des Canals cc dient. Er wird von der Luft, wenn ſie ausgehen will, in die Höhe geſtoſſen, und fällt alsdann durch ſein eigen Gewicht wieder in die Oefnung ein. Zwey Stückchen Metall erhalten ihn in der gehörigen Richtung. Dieſe Anordnung dient ſtatt des Ventils, das ſonſt im Deckel des Stiefels liegt.

Die Kolbenſtange HH iſt hohl, und enthält die dünnere Stange qq, welche mit dem Ende P die Oefnung L als Stöpſel verſchließt. Dieſe Oefnung L unterhält durch das aufwärts gebogne Rohr m die Gemeinſchaft mit dem Teller und der Glocke. An der langen dünnen Stange qq iſt unten ein langer Stift PO, an dem ſich unten bey O ein Queerſtift befindet, der breiter iſt, als der engſte Theil der eingebohrten Oefnung, welches verhindert, die Stange qq höher zu heben, als nöthig iſt. Dieſe lange Stange, welche die Stelle des Bodenventils vertritt, geht durch eine Lederhülſe im mittlern Theile des Kolbens, und läßt ſich darinn luftdicht hin und her ſchieben.

Die Verfertigung des Kolbens erfordert die äuſſerſte Sorgfalt. Er beſteht aus zwoen Stücken, einem mittlern und einem äuſſern. Das mittlere, an dem die Kolbenſtange ſitzt, iſt coniſch, und hat an der untern breitern Grundfläche einen hervorſpringenden Rand. Das äuſſere iſt genau nach der Form des mittlern und ſeines Randes ausgehöhlt. Wenn man nun den Kolben aufzieht, ſo ſchließt das mittlere Stück luftdicht in die Hölung des äuſſern ein, und die Luft im obern Theile des Stiefels kan nicht durchgehen. Treibt man aber den Kolben nieder, ſo ſtößt ſich das mittlere Stück aus dem äuſſern heraus, ſo weit es der etwas hervortretende Rand aa erlaubt, und nun ſteht der Luft der Durchgang durch den Kolben offen. Dieſe Einrichtung vertritt die Stelle des Kolbenventils.

Wenn der Kolben ganz aufgezogen oben am Deckel des Cylinders ſteht, ſo befindet ſich das Ende P der Stange qq gleich über L; der Kolben würde es noch höher mit ſich aufgezogen haben, wenn dies nicht der Queerſtift O verhindert hätte. Die Luft unter der Glocke tritt alſo durch das

ofne L in den Stiefel und wird verdünnt. Treibt man nun die Kolbenſtange nieder, ſo öfnet ſich der Kolben; zugleich wird das Ende P der Stange qq in L eingetrieben, und ſchneidet die Gemeinſchaft mit der Glocke ab. Die Luft im Stiefel geht alſo durch den Kolben hindurch, und wird beym folgenden Zuge, wobey ſich derſelbe wieder ſchließt, durch den Canal cc hinausgetrieben.

Es iſt wahr, daß bey dieſer ſinnreichen Anordnung weder ein ſchädlicher Raum übrigbleibt, noch die Luft ſich ſelbſt die Wege öfnen darf. Vielmehr kan alles vollkommen an einander ſchließen, und die Oefnung der Wege wird im Boden und Kolben durch die Bewegung des Kolbens ſelbſt bewirkt. Allein die Ausführung erfordert eine Genauigkeit, die man nur von Meiſterhänden erwarten kan; auch iſt die Maſchine aus ſo vielen kleinen, und doch weſentlichen Theilen zuſammengeſetzt, daß beym Gebrauch bald Mängel entſtehen müſſen, deren Quelle nicht immer leicht zu entdecken ſeyn dürfte.

Queckſilberpumpen.

Alle bisher beſchriebne Luftpumpen ſaugen durch Kolben, welche die Luft unmittelbar berühren. Man kan ſich aber auch anderer Mittel zu Hervorbringung leerer Räume bedienen. Schon die florentiner Akademiſten hatten dazu das Queckſilber in der torricelliſchen Röhre gebraucht; neuerlich haben die Herren **Baader** und **Hindenburg** eben dieſe Materie vorgeſchlagen, welche nach jenem die Stelle des Kolbens ſelbſt vertritt, nach dieſem aber zwiſchen den Kolben und die Luft geſtellt wird.

Maria Clemens Baader, ein Arzt in München, beſchreibt ſeine Queckſilberpumpe ſelbſt (in **Lorenz Hübners** phyſikaliſchem Taſchenbuche für Freunde der Natur, 1ſten Jahrg. 4tes Viertel. Salzburg, 1784. S. 650.), und nach ihm die Herren **Hindenburg** (Progr. De antlia Baaderiana hydroſtatico-pnevmatica. Lipſ. 1787. 4.) und **Lichtenberg** (Magazin für das Neuſte a. d. Phyſ. V B. 2tes St. S. 91 u. f.) Taf. XV. Fig. 24. ſtellt ihren verticalen Durch-

ſchnitt vor. Auf dem eiſernen Gefäße CC ſteht das Rohr abc mit dem ſenguerdiſchen Hahne bc. Unten geht aus ihm das eiſerne Rohr ff von geringem Durchmeſſer und 31 – 32 Zoll Höhe herab. Daran iſt unten ein heberförmiges Stück m mit dem kleinen Gefäße D verbunden, das der Hahn o öfnet und ſchließt. Aus D geht die noch engere eiſerne Röhre pp ſchief hinauf, und endigt ſich oben dem Hahne b gegen über in einen Trichter von Eiſenblech A. Wenn die Glocke auf den Teller bey a geſetzt iſt, ſtellt man den Hahn ſo, daß die äuſſere Luft mit CC Gemeinſchaft hat, ſchließt den Hahn o, und füllt alles durch den Trichter A mit Queckſilber bis nahe an den Hahn bc. Dieſen dreht man nun ſo, daß die Glocke mit CC in Gemeinſchaft kömmt, und öfnet o. Das Queckſilber fängt an auszulaufen, bis es im Schenkel ff an die Linie hh kömmt, wo die Federkraft der verdünnten Luft über h zugleich mit der Queckſilberſäule hm dem Drucke der Atmoſphäre das Gleichgewicht hält. Die Luft in der Glocke dehnt ſich alſo mit durch CC aus. Das auslaufende Queckſilber wird in einem Gefäße aufgefangen, und nach Zurückſtellung des Hahns bc, und Schließung des bey o, wieder in den Trichter gefüllt, wodurch aufs neue alles angefüllt, und die Luft aus CC durch bc ausgetrieben wird. Es iſt bey dieſer ſinnreichen Einrichtung ſehr vortheilhaft, daß ſie keines Stempels bedarf, und überhaupt wenig Koſten macht: aber der ſchädliche Raum wird nach Hrn. Baaders Angabe, wobey das Queckſilber nicht ganz bis an den meßingnen Hahn bc reichen darf, doch nicht vermieden, die Röhre pp iſt zu eng, als daß man dadurch den Cylinder CC füllen könnte, auch die Maſchine zu hoch, und das wiederholte Einfüllen des Queckſilbers durch ſo lange und enge Röhren äuſſerſt langweilig, wo nicht gar unmöglich.

Herrn Profeſſor **Hindenburg** gab der Anblick eines hugenianiſchen Doppelbarometers Anlaß, eine andere **hydrauliſch-pnevmatiſche Luftpumpe** anzugeben, welche von den oben angezeigten Fehlern der Hähne und Ventile gänzlich frey ſeyn würde. Sie iſt von ihrem Erfinder (*C. F. Hindenburg* Antliæ novæ hydraulico-pnevmaticæ me-

chaniſmus & deſcriptio. Lipſ. 1787. 4.) und von Herrn Lichtenberg (Magaz. für das Neuſte a. d. Phyſ. V. B. 2 St. S. 81 u. f.) beſchrieben: hier erlaubt der Raum nur, ihr Weſentlichſtes anzuführen.

Im eiſernen, inwendig polirten Stiefel GH, Taf. XVI. Fig. 25. wird der Stempel mit der eiſernen Stange KI an der Handhabe I auf und nieder bewegt. Die Schrauben aa und die Stellſchraube K hindern, daß man ihn nicht zu weit aufziehe oder niedertreibe. Die Röhre HL iſt ebenfalls von Eiſen, oder auch von gebranntem Leder, elaſtiſchem Harz u. dgl. um dem Andringen des aus dem Stiefel geſtoßenen Queckſilbers etwas zu widerſtehen. Der übrige Theil der Röhre LMN mit dem Gefäß NP, in Form eines Stechhebers, iſt von Glas. Der obere cylindriſche Hals P ſchließt in den metallnen Knopf X, worinn ſich ein ſenguerdiſcher Hahn O befindet. Dieſer Hahn hat einen gerade durchgehenden, und einen in der Figur vorgeſtellten bey h ofnen Gang, vor welchem ein Ventil vorliegt, das ſich nur auswärts öfnet, das man man aber auch ausſchrauben und wegnehmen kan. Steht der Hahn, wie in der Figur, ſo iſt die Röhre MNP von der Glocke auf dem Teller RR abgeſchnitten, und mit der äuſſern Luft verbunden. Giebt man ihm eine Viertelswendung, ſo kehrt ſich der gerade durchgebohrte Canal gegen V, und verbindet das Gefäß PN mit dem Teller RR. Wendet man ihn noch einmal um den vierten Theil, ſo kömmt des gekrümmten Canals Oefnung gegen V, und die Glocke iſt in Verbindung mit der äuſſern Luft. Nun muß bey niedergeſtoßenem Stempel der ganze Raum HLMNP bis an den Hahn mit reinem gekochten Queckſilber gefüllt ſeyn. Wird dann das Gefäß PN mit dem Teller verbunden, und der Stempel aufgezogen, ſo ſinkt das Queckſilber, das Gefäß wird leer, und die Luft unter der Glocke dehnt ſich aus. Stellt man nun den Hahn wieder ſo, wie ihn die Figur zeigt, und drückt den Stempel nieder, ſo treibt das wieder aufſteigende Queckſilber die Luft aus PN in die Atmoſphäre. Man ſieht leicht, daß durch entgegengeſetzte Stellungen des Hahns die Luft auch verdichtet werden kan, welchen Gebrauch aber Hr. H.

ſelbſt widerräth. Zum Geſtell dient ein dreyfüßiger Tiſch, in deſſen Blatte der Deckel des Stiefels liegt. Durch eben dieſes Blatt geht die Röhre L M N hindurch, an einer ſtarken auf dem Tiſche ſtehenden Säule, aus der bey N drey Träger hervorgehen, die das Gefäß N P umſchließen, und den Teller R R unterſtützen. An die Säule läßt ſich eine Scale anbringen, den Stand des Queckſilbers abzumeſſen. Durch dieſe Einrichtung wird, wenn anders kein Queckſilber verlohren geht, der ſchädliche Raum zwiſchen Stempel und Hahn ganz vermieden (welches der eigentliche von Hrn. Baader aber nicht bemerkte Vorzug der Queckſilberpumpen iſt), auch wird die äuſſere Luft durch das Queckſilber von der innern vollkommen abgeſchnitten. Herr H. begnügt ſich, den Künſtlern einen Weg gezeigt zu haben, den ſie weiter verfolgen können, wie er denn ſelbſt noch einige Vorſchläge zu andern Anordnungen beyfügt. Bey der Ausführung möchte wohl die Verfertigung des Stiefels aus Eiſen, oder andern im Queckſilber nicht auflöslichen Materien, die genaue Reinigung des Queckſilbers von Luft, und die Zerbrechlichkeit des Glaſes die meiſten Schwierigkeiten machen.

Vorſchläge der Herren Wilke und Jugenhouß.

Herr **Wilke** (Abhandl. der königl. ſchwed. Akad. der Wiſſ. für 1769. 31ſter Band, S. 31 u. f.) ſchlug vor, zu Hervorbringung leerer Räume die plötzliche Abkühlung heiſſer Waſſerdämpfe zu nützen, ſ. Dämpfe, Dampfmaſchine. Die Maſchine, welche er hiezu angiebt, beſteht aus einer dichten meſſingenen Blaſe mit rundem Boden, welche drey mit Röhren und Hähnen verſehene Oefnungen hat. Durch das untere Rohr können mittelſt eines langen gekrümmten Zugrohrs Waſſerdämpfe aus einem auf Kohlen ſtehenden Theekeſſel in die Blaſe geleitet werden, welche die darinn befindliche Luft durch das zweyte Rohr zur Seite austreiben. Das dritte Rohr am obern Theile der Blaſe geht in den Teller, auf welchem die Glocke ſteht. Die ganze Blaſe iſt mit einem dünnen meſſingnen Cylinder umge-

ben, welcher überall um ¼ Zoll von ihr abſteht, und oben offen bleibt. Während die Blaſe mit Dämpfen gefüllt wird, bleibt der Hahn nach der Glocke zu verſchloßen, bis die Dämpfe anfangen, zum Seitenrohre herauszudringen. Alsdann verſchließt man die Hähne des untern und Seitenrohrs, gießt in den Cylinder kaltes Waſſer, bis daſſelbe aus einem im Boden befindlichen Loche eben ſo kalt wieder heraus kömmt, ſo entſteht durch die Verdichtung der Dämpfe ein Vacuum in der Blaſe. Oefnet man nun den Hahn, der zur Glocke führt, ſo verbreitet ſich die unter ihr befindliche Luft mit durch die Blaſe, und man kan ſie durch Wiederholung des Verfahrens immer mehr verdünnen. Herrn **Wilke** gelang es, durch eine ganz leicht gebaute und nicht große Maſchine dieſer Art die Luft 130mal zu verdünnen. Durch **Watts** Condenſator, (ſ. Dampfmaſchine Th. I. S. 565 u. f.) würde ſich die Wirkung ungemein verſtärken laſſen.

So hat auch **D. Ingenhouß** (Vermiſchte Schriften phyſiſch-mediciniſchen Inhalts, herausg. von N. C. **Molitor** zweyte Aufl. I B. S. 433—446.) eine neue Art, einen leeren Raum hervorzubringen, vorgeſchlagen. Des Abt **Felix Fontana** Entdeckung, daß glühende Kohlen beym Erſticken ſoviel Luft einſchlucken, als ihr achtfaches Volumen beträgt, gab ihm dazu Gelegenheit. Ein durchbrochen gearbeitetes Kohlenbecken von geſchlagnem Kupfer mit glühenden Kohlen gefüllt, wird in einen kupfernen Keſſel, in den es genau paßt, eingeſetzt. Dieſer Keſſel ſteht auf drey Füßen, und kan mit einem auf ſeinen Rand genau angeſchliffenen Deckel luftdicht verſchloßen werden, ſo daß die Kohlen aus Mangel an Luft erſticken müſſen. Der Deckel hat ein Rohr mit einem Hahne. So wird nun die ganze Vorrichtung in ein großes Gefäß mit Waſſer geſtellt, auf das Rohr des Deckels wird ein anderes ebenfalls mit einem Hahne verſehenes Rohr geſchraubt, das einen Teller und eine darauf geſtellte Glocke trägt, und nach völliger Erſtickung der Kohlen werden die Hähne geöfnet. Die Kohlen ſaugen die Luft unter der Glocke ein, und bringen, wenn

man das Verfahren wiederholt, ein immer vollkommneres Vacuum hervor.

Man könnte ſolche Werkzeuge **Luftpumpen ohne Kolben** nennen, zu welchen alsdann auch die torricelliſche Röhre ſelbſt und die Baaderiſche Queckſilberpumpe zu rechnen wären.

Geräthſchaft zur Luftpumpe und Handluftpumpen.

Die zu den Verſuchen mit der Luftpumpe nöthige Geräthſchaft haben **Wolf** (Nützl. Verſ. Th. I. Cap. 5. u. 6.), **s'Graveſande** (Phyſices elem. math. L. IV.) und **Nollet** (Mém. de l'acad. des Sc. 1741. ingl. Leçons de phyſique experim. Leç. X.) ſehr genau und umſtändlich beſchrieben. Kürzer handlen davon und von den Verſuchen ſelbſt **Lowitz** (Samml. der Verſuche, wodurch ſich die Eigenſchaften der Luft begreiflich machen laſſen. Nürnb. 1754. 4.) und **Johann von Muſſchenbroek** (Beſchreibung der doppelten und einfachen Luftpumpe nebſt einer Samml. von verſchiedn. nützl. und lehrreichen Verſ. überſ. von Thenn. Augsb. 1765. 8.)

Eins der vorzüglichſten Stücken dieſes Apparats ſind die gläſernen **Glocken**, unter welche man die Körper bringt, deren Verhalten in verdünnter oder verdichteter Luft unterſucht werden ſoll. Es müſſen Glocken, d. i. runde und gewölbte Körper ſeyn, weil platte Flächen vom Drucke der Atmoſphäre leicht zerbrochen werden. Gewöhnlich giebt man ihnen oben an der Wölbung einen Knopf, um ſie bequemer aufzuheben. Läßt ſich der Teller mit der darauf ſtehenden Glocke von der Pumpe abſchrauben, und der Zutritt der äuſſern Luft durch einen Hahn unter dem Teller abſchneiden, ſo heißt dies ein **tragbares Vacuum** (Vacuum portatile). Die Körper, mit denen man Verſuche anſtellen will, werden entweder auf den Teller gelegt, ehe man die Glocke darüber ſtürzt, oder ſie werden unter der Glocke aufgehangen. Zu dieſer letztern Abſicht hat die Glocke oben eine meſſingne Haube mit einer oder mehrern Oefnungen, durch welche Stifte oder Metalldräthe in Lederbüchſen luft-

dicht durchgehen. Dieſe Stifte haben unten Haken, woran man die Körper unter der Glocke hängt; oben ſind ſie mit kleinen Handgriffen verſehen, bey denen man ſie anfaſſen, weiter aufziehen, tiefer herabſtoſſen, umdrehen ꝛc. kan. Man hat auch eigne Veranſtaltungen, ſchnelle Rotationen unter der Glocke, vorzüglich zu Erregung der Elektricität hervorzubringen, dergleichen s'Graveſande und Nollet beſchreiben.

Bey Verdünnung der Luft drückt die Atmoſphäre die Glocke von ſelbſt an den Teller feſt. Bey Verdichtungen aber iſt dazu eine eigne Preſſe erforderlich. Bey Smeatons Luftpumpe ſtehen auf der Platte, in der der Teller liegt, zwo Säulen mit Schraubengängen, an welchen zwo bewegliche Muttern, wie bey den Buchbinderpreſſen ein ſtarkes Queerholz von oben gegen die metallne Haube der Glocke drücken, und dieſe dadurch an den Teller befeſtigen.

Um auſſer der atmoſphäriſchen Luft auch andere Luftarten verdichten zu können, hat Herr Hofrath Lichtenberg (Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. 4te Aufl. 1787. nach der Vorr. S. LII.) an den Hahn m, Taf. XV. Fig. 20., durch welchen beym Comprimiren die Luft aus der Atmoſphäre in den Stiefel geſaugt wird, noch ein Rohr angebracht, deſſen anderes Ende mit einer Glocke, und zwar von oben, in Verbindung ſteht. Dieſe Glocke kan in ein Gefäß mit Waſſer geſtellt und mit andern Luftarten angefüllt werden, welche man ſo in den Stiefel ſaugt, und unter die Glocke auf den Teller bringt. Wenn eine ſtarke kupferne Kugel auf den Teller geſchraubt wird, die mit einem am Ende zugeſpitzten horizontalen Seitenrohre verſehen iſt, das durch einen Hahn geſchloßen werden kan, ſo läßt ſich der Apparat zum Blasrohre an der Lampe gebrauchen, um mit dephlogiſtiſirter Luft zu ſchmelzen, die man vorher in der Kugel condenſirt, und dann den Hahn öfnet.

Da die größern mit vollſtändigen Geräthſchaften verſehenen Luftpumpen ſehr koſtbare Werkzeuge ſind (die, welche Herr Lichtenberg beſitzt, koſtete mit dem Apparat 450 Thlr.), ſo verfertigen viele Künſtler Handluftpum-

pen, mit den nothwendigſten Stücken des Apparats, durch welche ſich wenigſtens die nöthigſten Verſuche anſtellen laſſen. Solche ins Kleine gebrachte Werkzeuge beſchreiben unter andern **Wolf** (Nützl. Verſuche, Th. I. Cap. 5. §. 139.), **Stegmann** (Beſchreibung einer kleinen Luftpumpe, Caſſel, 1773. 8.) und **Brander** (Kurze Beſchreibung einer kleinen Luftpumpe oder Cabinetantlia, nebſt Anweiſ. zu Verſuchen, Augsburg, 1774. 8.).

Die vornehmſten Verſuche, die ſich über die Wirkungen der Schwere und Federkraft der Luft mit dieſer Maſchine anſtellen laſſen, ſind nach Herrn D. Gren (Grundriß der Naturlehre, Halle, 1788. 8. §. 619.) folgende.

Wenn man ein Barometer unter die Glocke bringt, ſo ſinkt das Queckſilber bey Verdünnung der Luft, und ſteigt wieder durch Hinzulaſſung der äuſſern Luft. In einer Röhre, die oben offen und mit der Glocke in Verbindung iſt, ſteigt das Queckſilber bey der Verdünnung, und fällt wieder durch Hinzulaſſung der äuſſern Luft, ſ. **Elaſticitätszeiger**.

Glasplatten, oder über metallne Cylinder geſpannte Blaſen, werden vom Drucke der äuſſern Luft zerſprengt, wenn man die Luft unter ihnen hinwegnimmt. Auch wird Waſſer durch die Blaſen hindurchgetrieben. Die magdeburgiſchen Halbkugeln hängen durch den Druck der Atmoſphäre mit beträchtlicher Gewalt zuſammen, ſ. **Halbkugeln, magdeburgiſche**.

Eine ſchlaffe zugebundene Blaſe mit atmoſphäriſcher Luft ſchwillt im guerickiſchen Raume ſtark auf, und fällt durchs Hinzulaſſen der äuſſern Luft wieder zuſammen. Ein kleines Saugwerk zieht im guerickiſchen Raume kein Waſſer, der Heber hört auf zu fließen, und der Heronsball fängt von ſelbſt an, zu ſpringen, ſ. **Heber, Springbrunnen**.

Waſſer ſiedet unter der Glocke der Luftpumpe ſchon bey mäßigen Graden der Wärme, und wird in einen elaſtiſchen vollkommen durchſichtigen Dampf verwandlet, der ſich durch Hinzulaſſung der äuſſern Luft wieder niederſchlägt, ſ. **Sieden**.

Bier, Milch, Seifenwaſſer, Sauerteig, geben unter der Luftpumpe eine groſſe Menge Luftblaſen, ſo auch das Holz, welches, wenn es von Luft leer gemacht iſt, im Waſſer unterſinkt, ſ. Luft.

Warmblütige Thiere ſterben ſchnell im luftleeren Raume; brennende Kerzen verlöſchen in verdünnter Luft, Schießpulver wird darinn nicht entzündet, und ein Feuerzeug giebt keine Funken, ſ. Gas, atmoſphäriſches.

Bey der Verdünnung der Luft vermindert ſich der Schall, und verſchwindet faſt gänzlich, ſ. Schall.

Käſtner Anfangsgr. der Aerometrie. §. 39. u. f.

Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathem. VI. Theil. Pneumatik, 5. 6. 7. Abſchnitt.

Errleben Anfangsgr. der Naturlehre durch Lichtenberg, 4te Aufl. Gött. 1787. 8 §. 216 u. f. und nach d. Vorr. S. XL. u. f.

Ott. de Guericke Exp. nova de vacuo ſpatio, Amſt. 1672. fol. Lib. III.

Wolfs nützliche Verſuche zu genauer Erk. der Natur und Kunſt, Halle, 1721. 8. Erſter Th. Cap. 5. 6.

C. F. Hindenburg Diſſ. Antliæ novæ hydraulico-pnevmaticæ mechaniſmus & deſcriptio, Lipſ. 1787. 4.

Ej. Progr. de antlia Baaderiana, ibid. 1787. 4.

Lichtenberg Magazin für das Neuſte aus der Phyſik und Naturgeſch. an mehrern Stellen.

Cuthbertſons Beſchr. einer verbeſſerten Luftpumpe in den Leipz. Sammlungen zur Phyſ. und Naturg. IV. B. 1 u. 2. Stück.

Luftſäure, ſ. Gas, mephitiſches.

Luftthermometer, ſ. Thermometer.

Luftthermometer, elektriſches. Unter dieſem Namen gab **Kinnersley** in Philadelphia in einem Briefe an **Franklin** vom 12. März 1761 folgendes Werkzeug an, um die Wirkung der Elektricität auf die Wärme der Luft zu beſtimmen.

Taf. XVI. Fig. 26. iſt AB eine 10 Zoll lange und 2 Zoll weite Glasröhre, an den Enden mit meſſingnen Kappen A und B luftdicht verſchloßen, auf deren Boden B ſich Waſſer befindet. Durch die obere Kappe geht die an beyden Enden ofne Glasröhre AH bis in das Waſſer bey B herab. Durch beyde Kappen gehen auch meſſingne Dräthe FG, EI, mit Knö-

pfen G, I innerhalb der weiten Röhre AB verſehen, die man weiter ausziehen oder einſchieben kan. Der meſſingne Ring C befeſtigt das ganze Inſtrument an das Stativ CD. Wird nun die Luft in der Röhre AB ausgedehnt, ſo treibt ſie das Waſſer auf dem Boden durch die kleine Röhre AH in die Höhe, daß man alſo durch das Aufſteigen deſſelben die Ausdehnung der Luft bemerken kan.

Es dient zur Bequemlichkeit, wenn man ein Zeichen an der Röhre AH anbringt, und mit dem Munde durch H ſoviel Luft einbläſet, bis das Waſſer an dieſes Zeichen tritt: man kan alsdann das Steigen deſſelben beſſer bemerken.

Sind die Knöpfe G und I in Berührung, ſo kan man die Ringe E und F mit den beyden Seiten einer geladnen Flaſche verbinden, und einen ziemlichen Schlag durch die Dräthe gehen laſſen, ohne daß ſich das Waſſer in AH von dem Merkmale hinweg bewegt — ein Beweis, daß der Uebergang der Elektricität durch genau verbundne Leiter die Luft nicht erwärme oder ausdehne.

Stehen aber die Knöpfe G und I von einander ab, in welchem Falle zwiſchen beyden ein ſtarker Funken entſteht, ſo wird das Waſſer plötzlich faſt bis an die Spitze H aufſteigen, ſogleich aber auch wieder um etwas herabfallen, welches eine Folge des plötzlichen Ausweichens und Wiederkehrens derjenigen Luft iſt, welche der Funken aus der Stelle treibt. Nach dieſem erſten ſchnellen Falle aber wird es nur langſam zu fallen fortfahren, und nach und nach bis an das Merkmal zurückkommen. Dies beweiſt, daß der elektriſche Funken die Luft wirklich ausdehnet, dieſe Ausdehnung aber nach einiger Zeit ſich wiederum verlieret.

Es war ganz natürlich, daß **Kinnersley** zur damaligen Zeit von dieſer Ausdehnung auf Erwärmung ſchloß, welche eine ſo gewöhnliche Urſache der Ausdehnung iſt. Demzufolge gab er dem Werkzeuge den Namen Thermometer. Ganz ſicher iſt aber dieſer Schluß nicht, weil Ausdehnung auch ohne Erwärmung bewirkt werden kan. Es iſt z. B. gar leicht möglich, daß der elektriſche Schlag die Luft zerſetzt, oder ihre Miſchung ſo ändert, daß ſie auf eine Zeitlang ein größeres Volumen einnimmt, bis etwa das Waſ-

ſer auf dem Boden wieder einen Theil der Gasarten abſorbirt hat. So lang dieſes möglich bleibt, kan das Steigen des Waſſers kein ſicheres Zeichen der Erwärmung abgeben.

Endlich hat man hiebey auch auf die Wärme der Luſt im Zimmer Achtung zu geben, deren Veränderungen dieſes Inſtrument eben ſo, wie jedes andere Luftthermometer anzeigt.

Prieſtley Geſch. der Elektric. durch Krünitz, S. 178.

Cavallo Vollſt. Abhdl. der Lehre von der Elektr. Dritte Aufl. Leipz. 1785. S. 189.

Lunation, Mondwechſel, Lunatio, Phaſium ſ. Apparitionum lunæ periodus, *Lunaiſon.* Die Zeit, in welcher der Mond die ganze Reihe ſeiner Erſcheinungen, oder des Ab- und Zunehmens, einmal vollendet, ſ. **Mondphaſen.** Man kan ſie von jeder Erſcheinung an bis zur Wiederkehr eben derſelben rechnen; insgemein, und wenn nichts anders erinnert wird, rechnet man ſie von einem Neumond bis zum folgenden. Sie iſt alsdann einerley mit dem ſynodiſchen Monate, ſ. **Monat,** und begreift im Durchſchnitt einen Zeitraum von 29 Tagen 12 St. 44 Min. 3 Sec. 11 Tertien, obgleich nicht alle Lunationen von gleich langer Dauer ſind.

Oft wird auch das Wort **Lunation** ſo gebraucht, daß es die Reihe der Mondsveränderungen oder Mondphaſen ſelbſt bedeutet.

M.

Magie, natürliche, natürliche Zauberkunſt, Magia naturalis, *Magie naturelle.* Magie heißt überhaupt die Kunſt, Erfolge hervorzubringen, welche die natürlichen Kräfte der Körper zu übertreffen ſcheinen. Man theilte ſonſt dieſe Kunſt in die natürliche Magie, bey welcher die wunderbar ſcheinenden Erfolge ſich dennoch aus den Kräften und Geſetzen der Körper erklären ließen, und in die übernatürliche, welche die Mitwirkung der Geiſter erfordern ſollte. Die letztere war entweder **Theurgie** (*Magie*

blanche) bey welcher gute, oder ſchwarze Kunſt, wobey böſe Geiſter wirkten.

Wenn wir aber von unſern Erfahrungen über die Körperwelt Betrug und Täuſchung gehörig abſondern, ſo werden wir gar bald überzeugt, daß alle Erfolge durch natürliche Kräfte bewirkt werden, daß es alſo keine andere, als natürliche, Magie giebt, und daß die angeführten Eintheilungen der Zauberkunſt nichts mehr, als eine Geburt der Unwiſſenheit und des Aberglaubens ſind.

Die natürliche Magie aber, bey der es blos auf Schein und Täuſchung ankommt, iſt von ſehr großem Umfange. Die Kräfte der Körper ſind dem Pöbel gar nicht, und ſelbſt denen, die ſich durch Stand und Wiſſenſchaft über den Pöbel erheben, oft nur wenig und unvollkommen bekannt. Wie leicht iſt es daher, Erfolge hervorzubringen, welche ihnen alle Kräfte der Körper zu überſteigen ſcheinen! Eine ungewöhnliche Geſchwindigkeit, bisweilen mit geheimen Vorbereitungen verbunden, Nebenumſtände, welche die Aufmerkſamkeit zerſtreuen, und von dem, was der Künſtler verbergen will, ablenken, Anwendungen mathematiſcher, phyſikaliſcher und chymiſcher Lehren, welche dem großen Haufen unbekannt ſind u. dgl. vermögen Dinge zu bewirken, die bisweilen auch dem aufgeklärtern Zuſchauer ganz unbegreiflich ſcheinen, wenn er von den Gründen, worauf ſolche Kunſtſtücke beruhen, nicht genau unterrichtet iſt.

Die Kenntniß der ächten Naturlehre gewährt alſo unter mehrern Vortheilen auch den, daß ſie uns vor mancherley abergläubiſchen Einfällen und Thorheiten ſchützt, auf welche die Alten aus Mangel an phyſikaliſchen Einſichten verfielen, und die noch jetzt von eigennützigen Betrügern ausgebreitet, und leider, bey dem großen Hange der Menſchen zum Auſſerordentlichen und Wunderbaren, häufig genug geglaubt und verehrt werden.

Zu dieſer Abſicht ſind beſonders Werke nützlich, in welchen überraſchende Wirkungen und Kunſtſtücke, die ſich auf phyſikaliſche Lehren gründen, umſtändlich erklärt werden. Dahin gehört ſchon aus dem dreyzehnten Jahrhun-

derte das Werk des **Roger Bacon** (Opus majus ad Clementem IV. Pontif. Rom. Ex MS. codice Dublinenſi primum edidit *S. Jebb*, M. D. Lond. 1733. fol.), worinn ſich dieſer für die damalige Zeit zu gelehrte Mann gegen die Beſchuldigung der Zauberey rechtfertiget, und von ſeinen Entdeckungen Nachricht giebt. Aehnliche Bücher ſchrieben in neuern Zeiten **Johann Baptiſta Porta** (Magiae naturalis ſiue de miraculis rerum naturalium libri IV. Neap. 1558. fol. nachher 1650. 8. und 1664. 12.) und der **P. Schott** (Magia vniuerſalis naturae et artis. Frf. 1657. 4.), welcher letztere doch noch ſehr ſtark an übernatürliche Magie glaubte, und überhaupt, wie ſein Lehrer **Kircher**, bey viel Gelehrſamkeit wenig Beurtheilungskraft zeigt.

Sammlungen phyſikaliſcher und mathematiſcher Kunſtſtücke hat man von einem franzöſiſchen Schriftſteller (Recreations mathematiques, Rouen, 1634. 8.), den **Schwenter** in Altorf (Mathematiſche und philoſophiſche Erquickſtunden, Nürnb. 1651. 4.) mit vielen nicht unwichtigen Vermehrungen ins Deutſche überſetzte, wozu **Harsdörfer** noch zwey Theile (Nürnb. 1651. und 1653. 4.) hinzugefügt hat, die aber dem erſten an Werthe weit nachſtehen. Beſſer ſind **Ozanams** Sammlung (Recreations mathematiques et phyſiques. à Paris, 1697. II. To. 8.), und die neuſte und vollſtändigſte unter allen von **Guyot** (Nouvelles recreations phyſ. et math. Paris. Vol. VII. 8. Neue phyſik. u. math. Beluſtigungen, a. d. frz. Augsb. VII Th. 1770 - 1777. 8.)

Da die Wirklichkeit der übernatürlichen Magie noch ohnlängſt von einem berühmten Arzte (*Anton de Haen* de Magia. Lipſ. 1775. 8.) öffentlich vertheidiget worden iſt, und der Glaube an dieſelbe ſich zeithero mehr verbreitet hat, als man es von unſerm Zeitalter erwarten ſollte, ſo haben verſchiedne einſichtsvolle Naturforſcher für nöthig gehalten, die Kenntniß der natürlichen Magie durch eigne Anleitungen zu derſelben gemeiner zu machen. Dahin gehören **Wiegleb** (Die natürliche Magie, Berlin und Stettin, 1779. 8., mit **Eberhards** vortreflicher Abhandlung von

der Magie begleitet, fortgeſetzt von Roſenthal, Berlin, 1789. 8.), Funk (Natürliche Magie, Berlin und Stettin, 1783. 8.), und Halle (Magie in Verſuchen, Berlin, 1783. 8.). Mehrere Ausbreitung phyſikaliſcher Lehren unter dem gemeinen Volke, welche zu dieſer Abſicht unglaublich viel beytragen würde, hat Herr Hellmuth (Volksnaturlehre zu Dämpfung des Aberglaubens, Braunſchweig, 2te Aufl. 1788. 8.) zu befördern geſucht.

Magnet, Magnes, *Aimant*. Dieſen Namen führt ein Eiſenerz, meiſtens von einer ſchwärzlichen oder ſchwarzbraunen Farbe, welches Eiſen und eiſenhaltige Körper anzieht, oft mit ziemlicher Kraft an ſich hält, ſich, wenn es frey ſchwebt, mit gewiſſen Punkten allezeit nach einerley Weltgegend kehret, und überhaupt die im folgenden näher zu beſtimmenden Erſcheinungen zeigt, welche unter dem Namen der **magnetiſchen** oder des **Magnetiſmus** begriffen werden.

Man findet dieſes Eiſenerz an ſehr vielen Orten, vornehmlich in Schweden, Norwegen, Sibirien, Oſtindien und Mexico, auch in Ungarn und Sachſen, der Inſel Elba u. ſ.w., faſt überall in reichhaltigen Eiſengruben. Es hat die magnetiſchen Eigenſchaften von Natur, und heißt deshalb der **natürliche Magnet**; man kan aber auch jedem Eiſen und Stahle dieſe Eigenſchaften durch Kunſt geben, und ſie dadurch in **künſtliche Magnete** verwandeln. Dies geſchieht entweder mit Beyhülfe anderer ſchon vorhandner Magnete, oder ohne Zuthun ſolcher durch andere Methoden; d. i. wie man insgemein redet, entweder durch **Mittheilung** oder durch Erweckung des **urſprünglichen Magnetiſmus**.

Ich werde, um die Lehre vom Magnet, ſo viel hier möglich iſt, auseinanderzuſetzen, zuerſt die magnetiſchen Erſcheinungen ſelbſt, nebſt ihren bisher bekannt gewordenen Geſetzen und den Mitteln, ſie hervorzubringen, anführen, zuletzt aber eine kurze Nachricht von der

Geſchichte des Magnetiſmus und von den Meinungen über die Urſache deſſelben beyfügen.

Magnetiſche Anziehung.

Wenn man einen Magnet und ein Stück Eiſen oder Stahl einander nahe genug bringt, ſo ziehen ſich beyde merklich an, ſo daß der beweglichere Körper gegen den unbeweglichern fortgeriſſen wird, und zuletzt beyde aneinander mit ziemlicher Kraft feſt hängen, auch der Trennung einen merklichen Widerſtand entgegenſetzen. Dieſe Wirkung äuſſert ſich, wenn die Körper leicht beweglich ſind, ſchon in ziemlicher Entfernung. Eine Nadel, die an einem Faden hängt, bewegt ſich gegen entfernte Magnete; Eiſenfeile auf Papier geſtreut, fliegt hoch auf, und hängt ſich an den darüber gehaltnen Magnet, wie ein Bart, an.

Um zu entdecken, ob ein Körper vom Magnet angezogen werde, näherte ihn **Muſſchenbroek** einer mit dem Magnete beſtrichenen und ſo frey, als möglich, aufgehangnen Nadel, ſ. **Magnetnadel**, und bemerkte, ob dieſelbe dadurch bewegt werde. Beſſer iſt unſtreitig **Brugmans** Methode, den Körper auf Waſſer zu legen (worauf er entweder von ſelbſt ſchwimmt, oder durch ein untergelegtes Papier oder Uhrglas zum Schwimmen gebracht wird), und dann einen ſtarken Magnet gegen ihn zu führen. Man kan die Körper auch auf Queckſilber ſchwimmen laſſen, es muß aber daſſelbe ſehr ſorgfältig gereiniget ſeyn. **Cavallo** hat bemerkt, daß auf dem Queckſilber zwar anfänglich die Körper ſehr frey ſchwimmen, in kurzer Zeit aber anfangen, ſich an daſſelbe anzuhängen, welches er den beygemiſchten unedlen Metallen, und einem feinen auf der Oberfläche dadurch erzeugten Häutchen zuſchreibt. Er iſt daher wiederum zu Muſſchenbroeks Methode zurückgegangen, bedient ſich aber einer eignen Art, die Nadel an einer Kette von Haar aufzuhängen, die ich bey dem Worte: **Magnetnadel** beſchreiben werde.

Durch dieſe Methoden hat man gefunden, daß der Magnet alle Körper ziehe, welche nur einigen Antheil von Eiſen, ſelbſt im aufgelöſten Zuſtande, in ſich halten, z. B. Bolus, Blutſtein, Röthel, Tripel, Waſſerbley, gefeilten Zink, die rohe Platina, einige Edelſteine, gefärbte, ja ſogar manche der klarſten Diamanten, den Labradorſtein u. dgl. Herr Anton Brugmans in Gröningen (Magnetiſmus ſ. de affinitatibus magneticis Obſſ. Acad. Lugd. Bat. 1778. 4maj. Beob. über die Verwandſchaften des Magnets, überſ. mit Anm. v. M. C. G. Eſchenbach, Leipz. 1781. 8.) hat durch ſeine Verſuche das Verzeichniß der vom Magnete gezognen Körper ſehr vermehrt, und gezeigt, daß ſogar die Auflöſungen des Eiſens in Säuren und ſelbſt die Neutralſalze mit einem Eiſengrundſtoff z. B. der Eiſenvitriol, dazu gehören. Cavallo (Treatiſe on magnetiſm. London. 1787. 8maj. p. 276. ſqq.) glaubte auch in manchen Stücken Meſſing, wenn ſie gehämmert worden, etwas magnetiſches zu entdecken; er hat aber durch genauere Verſuche gefunden, daß das Meſſing, welches die Nadel zog, ſchon vor den Hämmern magnetiſch war, und alſo Eiſen enthielt. Man kan den Verſuchen gemäß annehmen, daß alles, was vom Magnet gezogen wird, **Eiſen**, oder doch damit vermengt oder vermiſcht ſey.

Ueber die Kraft, mit welcher der Magnet das Eiſen ziehet, findet man Verſuche bey **Muſſchenbroek** (Introd. ad Philoſ. natur. §. 955. ſqq.). Sie iſt nach der Stärke des Magnets, nach dem Gewichte und der Geſtalt des dagegen gehaltenen Körpers, nach dem magnetiſchen oder unmagnetiſchen Zuſtande deſſelben, und nach der Entfernung verſchieden. Weiches und reines Eiſen wird am ſtärkſten gezogen; ſchwächer Stahl, hartes Eiſen und Eiſenerze, noch ſchwächer die Auflöſungen des Eiſens in Säuren. Die Anziehung nimmt deſto mehr ab, je mehr das Eiſen dephlogiſtiſirt wird, und ganz vollkommner Eiſenkalk wird nicht mehr gezogen. Muſſchenbroek hieng an eine Wagſchaale einen cylindriſchen 2 Zoll langen Magnet, der 16 Drachmen wog, ſtellte einen eiſernen

Cylinder von gleicher Größe auf den Tiſch darunter, und beſtimmte die Stärke der Anziehung durch Gegengewichte auf der andern Wagſchale. Die Reſultate waren folgende.

Entfernung in Zollen	6, 5, 4, 3, 2, 1, 0
Anziehung in Granen	3, $3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$, 6, 9, 18, 57

Ein ſphäriſcher Magnet von gleichem Durchmeſſer, der aber etwas ſtärker zog, gab für die vorigen Entfernungen folgende Reſultate,

7, $9\frac{1}{2}$, 15, 25, 45, 92, 340

und, wenn man ſtatt des eiſernen Cylinders eine Kugel von gleicher Größe mit dem Magnete nahm,

$3\frac{1}{4}$, 6, 9, 16, 30, 64, 290.

Die P P. Jacquier und le Sueur (Comment. ad *Newtoni* Princip. philoſ. To. III. p. 40 - 43.) unterſuchten die Stärke der Anziehung zwiſchen einem Magnet und einer Magnetnadel, und glaubten zu finden, daß ſie ſich umgekehrt, wie der Würfel der Entfernung, verhalte, womit auch Muſſchenbroek (Introd. §. 959.) übereinſtimmt. Hawksbee (Philoſ. Trans. no. 335.) und Brook Taylor (ebend. no. 344.) geben andere Methoden und Reſultate an. Nach Daniel Bernoulli ſollte ſich die Kraft eines Magnets, wie die Cubikwurzel aus dem Quadrate ſeines Gewichts verhalten, nach Tobias Mayers noch ungedruckter Abhandlung (ſ. Erxleb. Naturl. §. 568. u. 709. Anm.) verhält ſich die Kraft jedes einzelnen Theilchens direct, wie ſein Abſtand vom Mittelpunkte und verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung vom angezognen Punkte: die Totalkraft aller zuſammen aber kan auch andern Geſetzen folgen, den Verſuchen nach ſcheint ſie ſich umgekehrt, wie der Würfel der Entfernung, zu verhalten. Es iſt aber hierüber noch nichts entſchieden, zumal, da bey den Verſuchen ſo viel auf die Geſtalt der Körper und andere Umſtände ankömmt.

Gemeiniglich hat ein Magnet zween Punkte, welche dieſe Anziehung gegen das Eiſen am ſtärkſten zeigen, ſo daß ſich an ihnen die Eiſenfeile am häufigſten anlegt. Eben dies ſind die Punkte, welche der Magnet, wenn er

frey ſchwebt, beſtändig gegen Norden und Süden kehrt. Sie heiſſen die **Pole** des Magnets, und zwar wegen ihrer Richtung der eine der **Nordpol**, der andere der **Südpol**. Die gerade Linie von einem zum andern heißt des Magnets **Axe**, und eine auf der Axe ſenkrecht ſtehende Ebne mitten zwiſchen beyden Polen, ſein **Aequator**. Magnete in Geſtalt von Kugeln gebracht, worauf Pole und Aequator bemerkt ſind, heiſſen, als Nachahmungen der Erdkugel **Terrellen** (terrellae).

Man findet die Pole eines Magnets durch verſchiedene Mittel. Legt man ihn unter eine Glastafel, ſiebt ein wenig Stahlfeile auf das Glas, und klopft mit einem Schlüſſel darauf, daß ſich die Stahltheilchen los machen können, ſo ordnen ſich dieſelben, wie Taf. XVI. Fig. 27., und man findet die Pole bey A und B, von welchen Punkten die krummen Linien auszugehen, und wo die Stahltheilchen faſt aufgerichtet zu ſtehen ſcheinen. Noch beſſer findet man ſie mit einem etwa 2 - 3 Linien langen feinen Stückchen Eiſendrath, das man auf der Oberfläche des Magnets herumführt. Dieſes ſtellt ſich über den Polen ſenkrecht, neigt ſich immer mehr, je weiter man von denſelben abkömmt, und legt ſich auf den Aequator flach auf.

Es giebt aber auch natürliche Magnete mit drey und mehreren Polen. Dieſe **anomaliſchen** oder **zuſammengeſetzten** Magnete ſcheinen aus mehreren verwachſenen einzelnen zu beſtehen. Hiebey iſt es ein Geſetz ohne Ausnahme, daß nie zween Nordpole, oder zween Südpole unmittelbar neben einander liegen; auch iſt die Anzahl der Nordpole allezeit der Zahl der Südpole entweder gleich, oder doch nur um 1 von ihr unterſchieden; daß es alſo an einem Magnete, der 2 Nordpole hat, entweder 1 oder 2 oder 3 Südpole geben muß.

Da beyde Pole zuſammen ein ſtärkeres Gewicht ziehen, als einer allein, ſo ſchleift man die Magnete gewöhnlich an ihren Polen glatt, und befeſtigt an jeden eine dünne Platte von weichem Eiſen, die ſich unten in einen hervorſtehenden dicken Fuß endigt. Dieſe Vorrichtung nennt man die **Armatur** des Magnets und ihn ſelbſt in dieſem

Zuſtande armirt oder gewafnet. Will man die Stärke der Anziehung durch angehangne Gewichte beſtimmen, ſo wird an die hervorſtehenden Füße, welche auch die künſtlichen Pole heiſſen, ein eiſerner Stab, der Anker, angebracht, der mit ſeiner platten Seite an die Füße anſchließt, und unten mit einem Haken zum Anhängen der Gewichte verſehen iſt.

Durch dieſe Armatur wird die Kraft der Magnete anſehnlich verſtärkt. Wolf (Nützliche Verſuche, Th. III. Cap. 4. §. 35.) führt aus Merſenne und de Lanis Beyſpiele an, daß armirte Magnete 16 bis 40, ja bis 320 mal mehr Gewicht trugen, als ſie ohne Armatur halten konnten.

Das Vermögen der Magnete hängt gar nicht von ihrer Größe ab. Man findet deren, die nicht über 20 bis 30 Gran wiegen, und doch ein 40 bis 50 mal ſtärkeres Gewicht tragen. Cavallo ſahe einen, der nicht mehr als 7 Gran wog, und doch 300 Gran aufzog. Große Magnete von 2 Pfund hingegen ziehen ſelten mehr, als ihr zehnfaches Gewicht. Oft zieht ein kleines Stück, aus einem großen natürlichen Magnet herausgeſchnitten, mehr, als der ganze große Stein, welches von den heterogenen Theilen des letztern herrührt.

Die magnetiſche Anziehung wird nicht geſchwächt, wenn man gleich zwiſchen den Magnet und den angezognen Körper ein Zwiſchenmittel bringt, wofern nur daſſelbe nicht Eiſen oder eiſenhaltig iſt. So wirkt der Magnet frey und ungeſchwächt durch Holz, Glas, Meſſing u. dgl. auch durch den luftleeren Raum. Dieſe merkwürdige Eigenſchaft macht den Magnet, weil man ihn ſo leicht verbergen kan, zu einer Menge von beluſtigenden Täuſchungen und Taſchenſpielerkünſten geſchickt. Nähnadeln auf einem Tiſche ſcheinen ſich von ſelbſt zu bewegen, wenn man einen in der Hand verborgnen Magnet unter dem Tiſchblatte herumführt; und wenn im Ende eines hölzernen Stabs ein Magnet verſteckt iſt, ſo kan man Körper, die auf dem Waſſer ſchwimmen, damit nach Geſallen lenken, wenn ſie nur et-

Bayerische Staatsbibliothek München

was Eiſen, z. B. ein kleines Stückchen feinen Drath, enthalten.

Durch Eiſen hingegen wirkt die magnetiſche Kraft auf andere Art, und ſo, daß ihre Wirkung dadurch in manchen Fällen gehindert, in andern wieder befördert zu werden ſcheint. Ein eiſernes Lineal, das man, wie eine Scheidewand, zwiſchen Magnet und Magnetnadel hält, vermindert des erſtern Wirkung auf letztere gar ſehr. Wenn man es aber mit den ſcharfen Kanten, oder der Länge nach, dazwiſchen bringt, ſo ſcheint es dieſelbe gar nicht zu hindern, und vielmehr weiter fortzupflanzen. Man kan ſie auf dieſe Weiſe vermittelſt eiſerner an einander gelegter Stäbe oft bis auf eine Entfernung von 10 Fuß verlängern. Auch trägt ein Magnet mehr Gewicht, wenn man ihn blos mit Eiſen beſchweret, als wenn man anderes Metall oder andere Körper vermittelſt Eiſens an ihn bringt. Brugmans (Philoſ. Verſ. über die magnetiſche Materie, aus d. lat. überſ. von D. C. G. Eſchenbach, Leipz. 1784. 8. 3ter Satz, S. 15. u. f.) drückt ſich darüber ſo aus: Das Eiſen gleiche einem Schwamme, der die von dem Pole des Magnets ausgehende Wirkung aufnehme, und durch ſeine ganze Maſſe vertheile. Er beſtätigt dieſe ſchwamm-ähnliche Wirkung des Eiſens durch eine große Anzahl lehrreicher Verſuche.

Die anziehende Kraft eines Magnets wird beträchtlich verſtärkt, wenn man ihm ſtufenweiſe mehr Gewicht zu tragen giebt. So trägt er immer am folgenden Tage noch etwas mehr, als am vorigen, bis man endlich eine gewiſſe Grenze erreicht, die ſich nicht weiter überſchreiten läßt. Hingegen kan durch unſchickliche Lage, oder durch allzugeringe Beſchwerung die Kraft eines Magnets ungemein geſchwächt werden.

Die Hitze ſchwächt den Magnetiſmus, und das Glühen im Feuer, das Calciniren und Pülvern zerſtört denſelben gänzlich. Auch verlieren die Magnete ihre Kraft, wenn man ſie auf Stein mit Stein ſchlägt, oder auch nur oft fallen läßt, ingleichen durch den Roſt und bisweilen durch Blitze und ſtarke elektriſche Schläge.

Entgegengeſetzte Magnetiſmen.

Nähert man einander zween Magnete, ſo ziehen ſich ihre Pole nicht ohne Unterſchied an, ſondern es findet nur zwiſchen den **ungleichnamigen** (dem Nordpole des einen und dem Südpole des andern) **Anziehung**, zwiſchen **gleichnamigen** hingegen vielmehr ein **Zurückſtoßen** ſtatt. Man kan ſich davon ſehr leicht überzeugen, wenn man die Pole eines Magnets gegen eine Magnetnadel bringt. Der Nordpol der Nadel wird nur vom Südpole des Magnets gezogen; er flieht hingegen vor dem Nordpole des letztern. Wenn man einen Magnet an der Wage ins Gleichgewicht bringt, und einen andern ſo darunter hält, daß die ungleichnamigen Pole zuſammen kommen, ſo wird jener herabgezogen: treffen aber die gleichnamigen Pole auf einander, ſo wird er in die Höhe geſtoßen, und die Wagſchaale ſteigt. Deswegen heiſſen die ungleichnamigen Pole auch **einige** oder **freundſchaftliche** (amici), die gleichnamigen hingegen **uneinige** oder **feindliche** (inimici).

Schon **Aepinus** (Tentamen theoriae Electric. et Magn. Petrop. 1759. 4. p. 92.) war der Meinung, daß es keinen Magnetiſmus ohne Polarität, oder keine Anziehung des Eiſens gebe, bey der man nicht zugleich Pole bemerke. Neuere Beobachtungen (ſ. **Brugmans** Philoſ. Verſ. 12. Satz, S. 127.) haben dies vollkommen beſtätiget. Sie zeigen auch, daß der Einfluß des Nordpols den Einfluß des Südpols ſchwäche, daß nördliche Polarität durch **Null** in ſüdliche übergehe, ſ. **Indifferenzpunkt** u. ſ. w. Man iſt daher berechtiget, wenigſtens zur Bezeichnung der Phänomene, die Wirkungen beyder Pole als Wirkungen **entgegengeſetzter Magnetiſmen** anzuſehen, deren einen man den **nördlichen**, den andern den **ſüdlichen** nennen kan. Dies alles hat viel Aehnlichkeit mit den entgegengeſetzten Elektricitäten, der poſitiven und negativen, welche ſich nach eben dem Geſetze anziehen und abſtoßen, und es iſt gar nicht unbequem, dieſe Magnetiſmen mit Herrn **Lichtenberg** (Erxlebens Naturl. §.

569. Anm.) durch +M und —M ſo zu bezeichnen, daß man dem nördlichen das +, dem ſüdlichen das — beylegt.

Da aller Wahrſcheinlichkeit nach die Erdkugel ſelbſt einen Magnetiſmus beſitzt, der ſich in unſern nördlichen Gegenden als ein —M, in den Südländern als ein +M zeigt, ſo beruht hierauf die Polarität oder Richtung der magnetiſchen Pole nach Norden und Süden, welches die merkwürdigſte und nützlichſte Eigenſchaft der Magnete iſt, ſ. Magnetnadel, Polarität.

Magnetiſche Wirkungskreiſe und Vertheilung des Magnetiſmus.

Ein Stück Eiſen, noch mehr aber harter Stahl (auf welchen die Wirkungen des Magnets zwar ſchwächer, aber weit bleibender und dauerhafter ſind), das eine Zeitlang an einem Magnete gehangen hat, oder mit demſelben geſtrichen worden iſt, wird dadurch ſelbſt ein bleibender Magnet. Man kennt dieſes Phänomen allgemein unter dem Namen der Mittheilung des Magnetiſmus, der auch auf den erſten Blick ſehr wohl gewählt ſcheint. Wenn man aber unter Mittheilung, wie ſonſt in der Phyſik gewöhnlich iſt, wirklichen Uebergang verſteht, wobey der eine Körper eben das bekömmt, was der andere verliert, ſo findet man bey genauerer Unterſuchung dieſe Benennung gar nicht mehr paſſend, indem der Magnet dem Eiſen nicht das giebt, was er ſelbſt hat, ſondern gerade das entgegengeſetzte in ihm hervorbringt, und dabey von ſeiner eignen Kraft nichts verliert. Dies zeigt nicht Uebergang, ſondern Wirkung durch geſtörtes Gleichgewicht an, und wird weit ſchicklicher mit dem Namen der Vertheilung bezeichnet, der auch beym Worte: Elektricität (Th. I. S. 736. u. f.) in gleichem Sinne gebraucht und von der Mittheilung unterſchieden worden iſt.

Der Pol eines Magnets nemlich wirkt auf Eiſen oder andere Magnete ſchon in einiger Entfernung. Der Raum, durch welchen ſich dieſe Wirkung erſtreckt, heißt

ſein magnetiſcher Wirkungskreis, nach andern, wiewohl nicht ſo ſchicklich, die magnetiſche Atmoſphäre. Das Hauptgeſetz dieſer Wirkung iſt, wiederum wie bey der Elektricität, folgendes.

Jeder magnetiſche Pol ſucht in demjenigen Eiſen, oder eiſenhaltigen Körpern, welche in ſeinen Wirkungskreis kommen, einen dem ſeinigen entgegengeſetzten Magnetiſmus hervorzubringen.

Von eigentlicher Mittheilung finden wir bisher in den magnetiſchen Erſcheinungen wenig Spuren: man müßte denn dies dafür annehmen, daß beſonders in weichem Eiſen +M und —M in einem und eben demſelben Körper leicht in einander übergehen, wodurch freylich der Magnetiſmus aufhört oder = o wird. Aus eben dem Grunde leiden auch ſtarke künſtliche Magnete, gleich nach ihrer Verfertigung, einen kleinen Verluſt an Kraft, wie Herr **Lichtenberg** (zu Erxlebens Naturl. §. 558.) erinnert, weil ſich ein kleiner Theil ihres +M und —M ſättigt, wenn die bey der Verfertigung von auſſen her bewirkte Anſtrengung aufhört. Wenn aber von der Wirkung der M in zween verſchiedenen Körpern die Rede iſt, ſo zeigt ſich wenig hievon; z. B. der Magnet, mit dem man Nadeln beſtreicht, verliert nichts an Kraft, und wenn gleich **Euler** und **Fuß** (Obſ. et exp. ſur les aimans artificiels in *Rozier* Journ. de phyſ. Suppl. 1782. p. 3.) einigen Verluſt bemerkt haben wollen, ſo iſt doch dieſer ſehr gering, und läßt ſich überdies eben ſo, wie der in den künſtlichen Magneten, erklären. Sonſt herrſcht hier das Pe petuelle ſo allgemein, daß man nicht umhin kan, es für die Regel anzunehmen, und die **Vertheilung** als den Hauptbegrif bey den Phänomenen des Magnetiſmus zu betrachten.

Geſetze des Magnetiſmus.

Es laſſen ſich alle Erſcheinungen des Magnets auf die angeführten Geſetze des Anziehens und Zurückſtoßens,

und der Wirkungskreiſe, verbunden mit dem Satze, daß die Erde ſelbſt, wie ein Magnet, wirkt, zurückführen. Dieſe einfachen Sätze werden in der Anwendung eine unerſchöpfliche Quelle von Erklärungen der mannigfaltigſten Phänomene, die man ſo, wie bey der Elektricität, durch die Bezeichnungen + M und — M, ſehr kurz und deutlich ausdrücken kan.

Man betrachte den Zuſtand eines unmagnetiſchen Eiſens, als + M — M = o, d. i. man ſchreibe ihm zwo gleiche entgegengeſetzte Magnetiſmen zu, die ſich beyde völlig binden. So iſt der magnetiſche Zuſtand nichts anders, als Aufhebung des Gleichgewichts dieſer beyden M.

Gleichartige *M* ſtoßen ſich zurück, entgegengeſetzte ziehen ſich an. Erfolgen ſolche Anziehungen ꝛc. nach mehreren Punkten, ſo giebt es für alle eine gewiſſe mittlere Richtung nach einem Punkte, der alsdann der Pol eines M heißt. Die Weite, bis auf welche ein Pol ringsum anzieht ꝛc., macht ſeinen Wirkungskreis aus. Das M, oder der Theil des M, der auf ein ſolches Anziehen ꝛc. verwendet wird, kan nichts weiter bewirken. Man nennt ihn gebunden. Hört das Anziehen ꝛc. auf, ſo kan er ſich wieder durch etwas anders zeigen, d. h. er wird frey oder ſenſibel.

Im unmagnetiſchen Zuſtande binden ſich beyde M des Eiſens völlig. Bringt man aber einen Stab Eiſen in den Wirkungskreis eines Pols, der ſenſibles + M hat, ſo empfängt das Eiſen an dem nächſten Ende — M, am andern + M durch Vertheilung. Der Pol + M zieht nehmlich das — M des Eiſens in den nähern Theil, und ſtößt das + M, welches von jenem verlaſſen und dadurch frey wird, in das entferntere Ende zurück. Das entgegengeſetzte erfolgt, wenn man den Stab gegen einen Pol bringt, der ſenſibles — M hat. So iſt auch hier das Geſetz der Wirkungskreiſe nichts anders, als das Geſetz des Anziehens und Zurückſtoßens ſelbſt.

In dieſem Zuſtande nun wird das nächſte Ende des Stabs vom Pole des Magnets ſtark angezogen, weil beyde

entgegengeſetzte M haben. Je näher beyde einander kommen, deſto ſtärker wird die Anziehung, bis ſie endlich bey der Berührung ſelbſt die höchſte Stufe erreicht. Aber ſelbſt auf dieſer Stufe iſt ſie noch nicht ſtark genug, einen merklichen Uebergang beyder M in einander zu veranlaſſen. Entfernt man den Stab wieder vom Pole, ſo zeigt der letztere die ganze Intenſität ſeines M ohne einigen Verluſt wieder: im Stabe binden ſich, wenn er von weichem Eiſen iſt, beyde M aufs neue, und werden = 0; iſt er von Stahl, ſo dauert die Trennung der M länger, und er behält an einem Ende —M, am andern +M, oder zeigt Spuren eines Magnetiſmus, den man in der gemeinen Sprache einen mitgetheilten nennt. In dieſer Rückſicht verhält ſich das weiche Eiſen als ein ſchlechter Leiter, der Stahl ꝛc. als ein Nicht-Leiter des Magnetiſmus.

Da ſolchemnach die magnetiſche Anziehung blos von der Vertheilung abhängt, ſo wird begreiflich, wie ſie ungehindert durch Holz, Glas, Papier u. dgl. wirken könne. Solche unmagnetiſche Körper hindern die Wirkungen der Vertheilung eben ſo wenig, als das Glas die elektriſchen Wirkungskreiſe. Dazwiſchengeſtelltes Eiſen aber leidet ſelbſt vom Pole des Magnets Vertheilung, und ändert daher ſeinen Einfluß auf anderes weiter abſtehendes Eiſen.

Hält man die flache Seite eines eiſernen Lineals gegen das +M eines Magnets, ſo treibt dieſer das +M des Lineals auf die entgegengeſetzte Seite, wo es eine große Fläche findet, über die es ſich verbreitet. Dadurch kommen Theile dieſes +M in größere Entfernungen von einer dahinter ſtehenden Nadel, und wirken nicht mehr ſo ſtark auf ſie, als das +M des Magnets ohne dazwiſchen geſtelltes Lineal würde gewirkt haben. Bringt man hingegen das Lineal nach der Länge zwiſchen Nadel und Magnet, ſo treibt das +M des Magnets das +M des Lineals nach dem andern ſchmalen Ende, wo es ſich nicht verbreiten kan, wohl aber der Nadel näher iſt; mithin wird die Wirkung

des Magnets ungeſchwächt auf eine größere Entfernung fortgepflanzt.

Wenn man zwey Stücken dünnen Drath von weichem Eiſen an Fäden bindet, dieſe oben zuſammenknüpft, und den Pol eines Magnets darunter hält, ſo gehen die Fäden, wie am Elektrometer, auseinander, weil die Enden der Dräthe durch den Wirkungskreis des Magnets einerley M erhalten, und ſich abſtoßen. Bringt man aber den Magnet noch näher, ſo kommen die Dräthe in die Taf. XVI. Fig. 28. abgebildete Stellung, weil ſich zwar die obern Enden a und c noch abſtoßen, die untern b und d aber beyde vom magnetiſchen Pole E angezogen werden. Nimmt man den Magnet E F hinweg, ſo fallen die Dräthe zuſammen; ſind es aber ſtählerne Nadeln, ſo dauret ihr Divergiren noch eine Zeitlang.

A B, Taf. XVI. Fig. 29. ſey ein Drath von weichem Eiſen, 4 Zoll lang, an einem Faden frey aufgehangen. CD eine eiſerne Stange auf einem Stativ, mit dem Ende C etwa $\frac{1}{4}$ Zoll von B entfernt. Bringt man den Pol eines Magnets in E, ſo wird B von C zurückgeſtoßen, weil beyde einerley M erhalten. Hält man aber den Magnet E neben A, ſo wird B gegen C angezogen. Nehmlich der Pol des Magnets, der z. B. +M hat, wird das +M des Draths nach B, das +M der Stange nach D treiben, alſo wird die letztere in C freyes —M haben, und B anziehen.

Wenn ein Magnet an einem Pole gerade ſo viel Eiſen trägt, als er halten kan, ſo kan er, wenn man unter dieſes Eiſen eine eiſerne Platte hält, noch etwas mehr tragen. Geſetzt, der Pol habe +M, ſo wird das +M am untern Ende des angehangnen Eiſens durch die Platte mehr beſchäftigt, alſo wird mehr —M frey, welches ſich ans obere Ende begiebt, und dadurch die Anziehung verſtärkt. So kan man mit einem Magnete mehr Eiſen von einem Ambos aufheben, als von einem hölzernen Tiſche. Auch erklärt ſich hieraus, wie die Kraft eines Magnets durch mehr angehangenes Eiſen immer mehr zunehme. Noch ſtärker aber wird die Anziehung, wenn man ſtatt der eiſer-

nen Platte den Pol — M eines andern Magnets darunter hält. Hält man aber einen Pol +M darunter, ſo fällt das Eiſen ſogleich ab.

Bringt man zween Magnete **von gleicher Stärke** mit ihren ungleichnamigen Polen zuſammen, ſo ziehen ſie einander ſelbſt ſtark an. Weil ſich aber jetzt ihre ±M vollkommen binden, ſo ziehen ſie in dieſem Zuſtande weiter kein Eiſen, und was vorher an ihnen hieng, fällt ab. Bringt man ſie hingegen mit den gleichnamigen Polen zuſammen, ſo ſtoßen ſie zwar einander ſelbſt ab, wirken aber deſto ſtärker auf Eiſen, und zeigen alle magnetiſche Erſcheinungen mit deſto größerer Intenſität.

Sind aber ſolche zuſammengebrachte Magnete **von ungleicher Stärke**, ſo werden die Phänomene weit mannigfaltiger. Sind die genäherten Pole gleichnamig, ſo wird das ſchwächere ±M ſchon = 0, noch ehe es das ſtärkere ±M berührt, und zeigt in dieſem Zuſtande gar keinen Magnetiſmus. Bringt man den ſchwächern Magnet noch näher an den ſtärkern, ſo erhält er gar das entgegengeſetzte ∓M, und wird nun vom ſtärkern ±M angezogen. Nähert man aber die Magnete mit ihren ungleichnamigen Polen an einander, ſo wird das ſchwächere ±M immer ſtärker, je mehr es an das ſtärkere ∓M herankömmt, und die Anziehung beyder Magnete wächſt immerfort bis zur Berührung.

Der Pol eines Magnets wirkt ſtärker, wenn man den entgegengeſetzten Pol ebenfalls beſchäftiget, oder das +M an einem Ende wird freyer, wenn mehr —M an das andere Ende gelockt wird. Hieraus erklären ſich die Vortheile, welche man durch Armatur und Anker erhält.

Wenn man den Pol +M eines ſtarken Magnets auf das Ende A eines unmagnetiſchen Eiſenſtabs AC aufſetzt, (Taf. XVI. Fig. 30.), ſo erhält in dieſem Augenblicke A den Magnetiſmus —M, C hingegen den +M. In der Mitte des Stabs liegen Punkte, die gar kein M zeigen. Streicht man mit dem Pole des Magnets von A ge-

gen C fort, ſo wird das —M bey A immer ſchwächer, bis man an M kömmt, wo es = o wird. Hingegen wird das +M bey C immer ſtärker, bis man an P kömmt, wo es ſeine größte Stärke erreicht. Indeß fängt A an, auch +M zu zeigen. Hebt man hier den Pol des Magnets ab, ſo behält der Stab, wenn er gehärtet iſt, dieſe Magnetiſinen eine Zeitlang, und man hat einen **künſtlichen Magnet mit drey Polen** bey A, P, C, oder eine Nadel, an der beyde Ende einerley Polarität zeigen. Dieſes Phänomen iſt ſchon lange bekannt geweſen, und von **Hamberger** (Elementa Phyſices, Jenae, 1735. 8.) die **Partialität der Magnetnadel** genannt worden.

Setzt man das Streichen weiter fort, ſo kömmt man an einen Punkt N, wobey das +M an C, deßen Stärke bis dahin wieder abgenommen hat, nunmehr = o wird. Streicht man bis ans Ende C, ſo erhält C den Magnetiſmus —M, und der Stab iſt nunmehr ein künſtlicher Magnet von **zween Polen** bey A und C. Das Zurückſtreichen von C bis A nimmt allen Magnetiſmus wieder hinweg. Die Wirkungen des ganzen Strichs waren längſt bekannt, die **Indifferenzpunkte** M und N aber ſind von **Brugmans** 1765., und der **culminirende Punkt** P iſt von **van Swinden** (Tentamina theoriae mathematicae de phaenomenis magneticis, Specim. I. Franequ. 4maj.) entdeckt worden. Die Lage der Punkte M, P, N hängt von der Länge und Dicke des Stabs, von der Härte des Eiſens und der Stärke des Magnets nach Geſetzen ab, über welche Herr **van Swinden** ſchätzbare Verſuche angeſtellt hat, deren Reſultate auch beym **Cavallo** (Abhandl. vom Magnetiſmus, a. d. Engl. Leipz. 1788. gr. 8. S. 55 u. f.) ſtehen.

Man ſieht leicht, wie ſich dieſe merkwürdigen Erſcheinungen aus dem einfachen Geſetze der Wirkungskreiſe herleiten laſſen. Der Pol +M zieht alles —M des Stabes gegen den Punkt, wo er ſteht, ſo weit ſein Wirkungskreis reicht, und ſo viel es die Härte des Eiſens zuläßt, dagegen ſtößt er alles +M ſo weit, als möglich, von ſich.

Daher wird anfänglich mehr + M nach C getrieben, bis der Pol nach P kömmt; hier fängt er wegen ſeiner Nähe an, dieſes geſammelte + M weiter fort und durch die untere Seite des Stabs gegen A zu treiben, zum Theil auch mit mehr — M, das er gegen C zieht, zu ſättigen u. ſ. w. Alles dies iſt blos geänderte Vertheilung, die durch das Rückſtreichen wieder ihre vorige Gleichförmigkeit erhält.

Streicht man mit dem Pole – M, ſo entſtehen eben dieſe Wirkungen, nur mit Verwechſelung der Zeichen + und —. Das allgemeine Geſetz iſt alſo, **daß beym Streichen der Stäbe mit $\pm M$ allemal da, wo man zu ſtreichen aufhört, der Pol $\mp M$ entſteht, in einiger Entfernung davon aber der Magnetismus $\pm M$ anfängt.**

Da kein Eiſen vom Magnete gezogen werden kan, ohne in dieſem Augenblicke ſelbſt magnetiſch zu ſeyn, ſo erklären ſich hieraus die Taf. XVI. Fig. 27. vorgeſtellten Figuren, welche die Eiſenfeile auf Papier oder Glastafeln bildet, wenn man einen magnetiſchen Stab darunter legt. Nemlich an dem kleinen Eiſendrathe a b Taf. XVI. Fig. 31., den man an den magnetiſchen Stab A B bringt, erhält beym Pole A (+ M) das Ende b den Magnetismus – M, das Ende a den + M. Jenes wird alſo gezogen, dieſes abgeſtoſſen, und a b ſtellt ſich ſenkrecht auf die Fläche des Stabs. Weiter gegen den Pol B zu wird a b in eine ſchiefe Lage kommen, weil jetzt ſchon B (— M) das + M in a zu ziehen anfängt. Beym Aequator des Magnets aber, wo A eben ſo ſtark auf b, als B auf a wirkt, wird a b dicht am Stabe an, oder doch mit demſelben parallel liegen. Sind nun mehrere Eiſentheilchen, wie a b, vorhanden, ſo wird jedes derſelben magnetiſch: ſie hängen ſich alſo mit ihren ungleichnamigen Polen an einander und bilden Reihen, deren einzelne Stücken die Fig. 31. vorgeſtellten Richtungen haben, woraus natürlich die krummen Linien Taf. XVI. Fig. 27. entſtehen, die man mit Unrecht für Beweiſe eines um den Magnet ſtrömenden **Wirbels** gehalten hat.

Der Magnetiſmus der Erdkugel ſelbſt, welche in unſern nördlichen Gegenden den Pol – M, in den ſüdlichen den

+M hat, veranlaſſet durch ſeinen Wirkungskreis die Erſcheinungen der Magnetnadel, ſ. **Magnetnadel, Compaß, Abweichung, Neigung der Magnetnadel.** Auf unmagnetiſches Eiſen wirkt er in den meiſten Fällen nicht merklich, weil er hiezu zu ſchwach iſt. Wenn z. B. eine eiſerne Stange ſo gehalten wird, daß ihre beyden Enden von dem nächſten magnetiſchen Pole der Erde gleich weit entfernt ſind, ſo kan das Gleichgewicht ihrer M nicht merklich geſtört werden. Iſt aber die Stange ſchon vorher magnetiſch, ſo wird das Ende + M derſelben vom nächſten Pole der Erde angezogen, das andere — M abgeſtoſſen, und ſo die Stange ſelbſt in die Richtung des magnetiſchen Meridians gebracht.

Dennoch wirkt der Magnetiſmus der Erde auch in unmagnetiſches, beſonders in weiches Eiſen, wenn man dem leztern eine dazu geſchickte Stellung giebt. Wird eine eiſerne Stange in eine Lage gebracht, in der ſie der Richtung und Neigung der Magnetnadel parallel iſt, ſo ſtößt ihr unteres Ende in unſern Ländern den Nordpol der Magnetnadel ab, und zeigt alſo + M. Eben das geſchieht auch oft, wenn man die Stange nur lothrecht ſtellt. In dieſen Lagen nemlich iſt der Unterſchied der Entfernungen beyder Enden vom nächſten Pole der Erde gröſſer, als in andern, daher wird die ſonſt zu ſchwache Wirkung merklicher. Dieſer Magnetismus iſt aber von kurzer Dauer, und verliert ſich wieder bey veränderter Stellung.

Man befördert dieſe Wirkung, wenn man die Stange in der vorerwähnten Stellung mit einem Hammer oder Schlüſſel von einem Ende zum andern klopft. So werden ſtählerne Werkzeuge oft magnetiſch, wenn man damit kaltes Eiſen bohrt oder ſchneidet. Auch das Ablöſchen des glühenden Eiſens in kaltem Waſſer, das Zerbrechen der Stangen, der elektriſche Schlag und der Bliz bringen oft auf dieſe Art einigen Magnetiſmus hervor. (Man ſ. Exp. qui montrent, avec quelle facilité le fer & l'acier ſ'aimantent par M. *de Réaumur* in den Mém. de Paris 1723.)

Dieſe Erſcheinungen, die man gemeiniglich unter dem Namen der **Erregung des urſprünglichen Ma-**

gnetiſmus begreift, entſtehen blos aus Vertheilung der M, durch die Wirkung der magnetiſchen Pole der Erdkugel. Denn die angeführten Mittel bewirken nichts, wenn die Stange auf den magnetiſchen Meridian ſenkrecht gehalten wird, wobey alle ihre Punkte von den Polen der Erde gleich weit entfernt ſind. (ſ. *v. Muſſchenbroek* Diſſ. de Magnete, Sect. V.)

Verfertigung der künſtlichen Magnete.

Eigentlich iſt jedes harte mit dem Magnet berührte oder beſtrichene Eiſen, alſo auch die Magnetnadel, ein künſtlicher Magnet. Man giebt aber insgemein dieſen Namen nur denjenigen Stäben, die einen beträchtlich ſtarken und dauerhaften Magnetiſmus erhalten haben, und an Wirkung oft die natürlichen weit übertreffen.

Ein eiſerner oder ſtählerner Stab, in Geſtalt eines Parallelepipedums A C B, Taf. XVI. Fig. 27, der etwa 5 bis 6 Zoll lang, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{12}$ Zoll dick iſt, kan mit einem armirten Magnete entweder durch den einfachen Strich, (*touche ſimple*) oder durch den Doppelſtrich (*touche double*) magnetiſch gemacht werden. Beym einfachen Striche ſetzt man den einen Pol des Magnets in der Mitte bey C auf, und führt ihn, ohne eben ſtark zu reiben, bis B fort. Hat man den Pol + M gebraucht, ſo erhält B dadurch — M. Nun darf man aber nicht wieder zurückſtreichen, ſondern es muß der Pol des Magnets von B abgehoben, einige Zoll weit vom Stabe A B entfernt, und in dieſer Diſtanz wieder bis C zurückgebracht werden, worauf man denn wieder bey C aufſetzen, und den zweyten Strich bis B führen kan. Nach fünf bis ſechs Strichen wird B ein ziemlich ſtarkes — M haben. Man ſetzt alsdann den andern Pol des Magnets (— M) bey C auf, und ſtreicht damit eben ſo von C bis A, wodurch das Ende A, + M erhält, und der ganze Stab A B ein künſtlicher Magnet wird.

Beym Doppelſtriche ſetzt man den armirten Magnet mit beyden Polen auf die Mitte des Stabs C, und ſtreicht

man denſelben nach ſeiner ganzen Länge mehreremale von einem Ende bis zum andern; bey Endigung des Streichens aber muß man den Magnet nicht an einem Ende des Stabs abheben, ſondern vorher nach C zurückführen und daſelbſt abnehmen. Dadurch erhält jedes Ende des Stabs dasjenige M, welches dem M des Pols, der ihm beym Streichen der nächſte war, entgegengeſetzt iſt.

Man pflegt an dieſen künſtlichen Magneten das Ende, welches + M hat, oder den **Nordpol**, durch einen Strich mit der Feile kenntlich zu machen. Gewöhnlich werden ſie paarweiſe verfertiget, und ſo aufbewahret, wie A B und C D Taf. XVI. Fig. 32., daß die gezeichneten Nordpole A und D ſich von einander kehren. An ihre Enden legt man Anker von weichem Eiſen E und F, welche die ± M beſchäftigen und ihre Trennung unterhalten, in die Mitte kömmt ein Holz G, um die Stäbe auseinander zu halten; und alles liegt in einem hölzernen Käſtchen.

Sehr oft giebt man ihnen auch die Geſtalt eines **Hufeiſens**, damit an die Enden ein Anker mit Gewichten angebracht werden könne. Solche Hufeiſen werden, wie die geraden Stäbe, durch den Doppelſtrich magnetiſirt, indem man beyde Pole auf die Mitte der Krümmung aufſetzt, bis an das eine Ende, dann immer von einem Ende zum andern, und endlich wieder in die Mitte führt und abhebt.

Die erwähnten Beſtreichungen geben keinen ſtärkern Magnetiſmus, als der dazu gebrauchte Magnet ſelbſt beſitzt. Man hat aber ſeit etwa 60 Jahren vielerley **Verſtärkungsmethoden** erfunden, welche ſo wirkſam ſind, daß man ſelbſt ohne Zuthun eines andern Magnets, durch bloßes Streichen unmagnetiſcher Stäbe, künſtliche Magnete von ganz ungemeiner Stärke verfertigen kan. Es wäre zu weitläuftig, alle dieſe Methoden anzuführen, welche darinn übereinkommen, daß man entweder durch einen andern Magnet, oder durch den Magnetiſmus der Erdkugel 1) die beyden M in ſtählernen Stäben immer genauer trennet und 2) in dieſer Trennung erhält. Es wird genug ſeyn, einige der vornehmſten Verfahrungsarten anzuführen, wodurch

theils der ſogenante urſprüngliche Magnetiſmus erregt, theils der ſchon vorhandene verſtärkt werden kan.

Servington Savery (Magnetical obſerv. and exp. in Philoſ. Transact. num. 414. art. 1.) gab zuerſt um 1730 Mittel an, die magnetiſche Kraft des erhärteten Stahls durch eine Art des Streichens beträchtlich zu verſtärken, und **Arnold Marcel** (Phil. Trans. num. 423.) zeigte, wie man Stahl durch bloßes Reiben an Eiſen magnetiſch machen könne, welche Methode er ſchon 1726 gekannt zu haben verſichert. **D. Gowin Knight** aber brachte dieſe Kunſt zur höchſten Vollkommenheit. Im Jahre 1746 zeigte er der Societät zu London (Philoſ. Trans. num. 474. 484.) zween 15 Zoll lange ſehr ſtarke Magnetſtäbe, die er ohne Zuthun eines Magnets gemacht hatte, hielt aber das Verfahren geheim. Die Herren **Mitchell** (Treatiſe of artificial magnets. London, 1750. 8.) und **Canton** (Philoſ. Trans. Vol. XLVII. p. 31. überſ. im Hamburg. Magaz. B. VIII. S. 339 u. f.) machten darauf, jeder für ſich, glückliche Verſuche. **Mitchell** legte einen kleinen ſtählernen Stab zwiſchen zwey größern eiſernen nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel, und ſtrich mit einem dritten eiſernen Stabe, den er faſt lothrecht, jedoch mit einer kleinen Neigung des obern Endes gegen Süden, hielt, jene drey Stäbe von Norden nach Süden hinauf. So ward der Stahl, wiewohl nur ſchwach, magnetiſch. **Canton** ſtellte eine eiſerne Stange ſenkrecht, und band am obern Ende einen kleinen ſtählernen Stab mit einem ſeidnen Faden feſt. In der Hand hielt er einen andern eiſernen Stab auch faſt ſenkrecht, und ſtrich mit dem untern Ende deſſelben den ſtählernen Stab etwa zehn bis zwölfmal von unten nach oben. Dadurch ward das untere Ende des letztern ein Nordpol, und trug ſchon einen kleinen eiſernen Schlüſſel. Statt der eiſernen Stäbe nahm er gewöhnlich eine kleine eiſerne Ofengabel oder Kohlenſchaufel (*fourgon*, a poker) und eine Feuerzange, die deſto beſſere Dienſte thaten, je größer und je länger ſie gebraucht waren.

Die beſte Methode, urſprünglichen Magnetiſmus zu erregen, hat **Antheaulme** (Mémoire ſur les aimans arti-

ficiels, qui a remporté le prix de l'Acad. de Petersbourg. Paris 1760. 4. ingl. Obſ. ſur les nouvelles methodes d'aimanter par *de la Lande* in d. Mém. de Paris, 1761.) angegeben. Er lehnt nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel ein 12 Fuß langes Bret A B, Taf. XVI. Fig. 33. ſo an, daß A im magnetiſchen Meridian nordwärts liegt, wobey der Winkel B A H in unſern Gegenden etwa 71 Grad betragen muß, ſ. **Neigung der Magnetnadel.** Darauf liegen nach der Länge zwo eiſerne Stangen C D und E F, deren Enden D und E glatt abgefeilt ſind. Auf der Mitte des Brets liegt ein hölzerner Würfel G von 1–2 Zoll Seite, und zwiſchen dieſen Würfel und jede Stange wird eine eiſerne etwa $\frac{1}{12}$ Zoll dicke Platte, D K und E L geſetzt. Dieſe Platten ragen mit den Enden K und L, $\frac{3}{4}$ Zoll über die Oberfläche der Stangen C D uud F E hervor, und die hervorragenden Kanten ſind etwas dünner abgeſchliſſen, als die Platten ſelbſt. Will man nun den ſtählernen Stab M N, der vorher wohl polirt ſeyn muß, magnetiſiren, ſo reibt man ihn auf den Kanten K und L, wie auf den Polen eines armirten Magnets beym Doppelſtriche, oder ſo, daß man die Mitte auffeſzt, von einem Ende zum andern hin und her ſtreicht, und in der Mitte abzieht. So kan man durch 50, 60 bis 100 Striche auf jeder Seite einen 12 bis 15 Zoll langen Stab ziemlich ſtark magnetiſiren. Die Wirkung iſt deſto ſtärker, je größer die Stangen C D und E F an Maſſe ſind.

Mittel, den ſchon vorhandnen Magnetiſmus, ohne Zuthun eines ſtärkern Magnets, alſo **durch ſich ſelbſt**, zu verſtärken, haben ebenfalls **Mitchell**, **Canton** und **Antheaulme**, dann aber auch **Le Maire** und **Duhamel** (Mém. de Paris, 1745.) angegeben, die im Allgemeinen auf folgendes hinaus laufen. Wenn man mehrere künſtliche Magnete von gleicher Stärke hat, ſo verbindet man ſie gehörig, dadurch erhält man ſchon einen ſtärkern Magnet A. Mit dieſem macht man nach den gemeinen Methoden andere künſtliche, die nun ſchon einzeln ſtärker ſind, als die vorigen, und verbunden einen noch ſtärkern B geben. Mit B beſtreicht man alle Magnete, woraus A beſteht, einzeln,

und mit dem daraus entſtehenden verſtärkten A wieder die, woraus B beſteht u. ſ. w., bis man merkt, daß die Kraft keinen Zuwachs mehr erhält. Uebrigens unterſcheiden ſich die angegebnen Methoden blos in der Art, zu beſtreichen, und mit den Stäben abzuwechſeln.

Wenn man z. B. vier Stäbe AB, CD, KL, NM, Taf. XVI. Fig. 34., ſchon magnetiſirt hat, ſo legt man zween davon AB und CD, mit von einander gekehrten bezeichneten Polen B und C, zwiſchen die **Verſtärkungsanker** EF uud GH; legt ferner die andern zween KL und NM mit ihren freundſchaftlichen Polen an einander, ſetzt ſie lothrecht über die Mitte von AB, hält ſie bey KM feſt, bringt die Pole L und N etwas aus einander, und reibt alsdann von einem Ende zum andern, wie beym Doppelſtrich. Nach 50 bis 100 Strichen hört man wieder in der Mitte auf, drückt die Pole L und N wieder zuſammen, und zieht ſie ſeitwärts vom Stabe AB ab. Eben ſo verfährt man auch mit dem Stabe CD. Alsdann legt man KL und MN zwiſchen die Verſtärkungsanker, und ſtreicht ſie eben ſo mit AB und CD. Hiedurch wird allemal das liegende Paar etwas ſtärker, als das ſtehende, und man kan die Verſtärkung durch mehrmalige Verwechſelung immer weiter treiben.

Nach 50 bis 100 ſolchen **Verticalſtrichen** (*touche verticale*) läſt **Canton** noch 10 bis 12 **Horizontalſtriche** auf folgende Art geben. Man trennt die obern Pole der reibenden Stäbe K und M, wie bey Fig. 35, bis die Stäbe ſelbſt einen ziemlich ſtumpfen Winkel machen, führt KL gegen A und MN gegen B, aber nicht wieder zurück, ſondern über die Verſtärkungsanker hinaus, und im Bogen herum, bis beyde in einiger Entfernung von AB mit den Polen L und N wieder zuſammen kommen, da man ſie denn aufs neue auf die Mitte von AB bringt u. ſ. w. Völlig eben ſo kan man verfahren, wenn AB und CD unmagnetiſche Stäbe ſind, denen man durch KL und MN Magnetismus mittheilen will.

Sobald man mehr, als zween Stäbe zum Verticalſtriche hat, kan man ſtatt des einzelnen KL, drey oder meh-

rere an einander legen, alle mit den Nordpolen unterwärts, und ſtatt M N ebenſoviel mit den Nordpolen aufwärts, die aber aneinander befeſtiget werden müſſen, weil ſie ſich ſo nicht anziehen. Dies bewirkt noch mehr Verſtärkung. Will man vermittelſt kleinerer Stäbe größere magnetiſiren, ſo muß man erſt mehrere von mittlerer Gröſſe machen, und ſo nicht unmittelbar, ſondern ſtufenweiſe von kleinern zu größern übergehen. Nach Herrn Fuß (im *Rozier* Journ. de phyſ. Suppl. 1782.) nehmen auch die Stahlſtäbe am Ende mehr Kraft an, wenn man ſie etlichemal zurückgeſtrichen, und ihnen die gegebene Kraft wieder genommen, dann aber die Bearbeitung von neuem angefangen hat. Durch ſchickliche Verbindungen aller dieſer Mittel läſt ſich ungemein viel ausrichten.

D. Knight brachte auf ähnliche Weiſe ſeine großen künſtlichen Magnete oder magnetiſche Magazine zu Stande, womit er in wenig Secunden die ſtärkſten künſtlichen Magnete machen und die Pole der natürlichen umkehren konnte. Dieſe mächtige Maſchine iſt von **D. Fothergill**, dem ſie Knight vermacht hatte, (Phil. Transact. Vol. LXV. for the year 1776.) beſchrieben, und der königlichen Societät zu London geſchenkt worden, die ſie im Muſeum aufbewahret. Sie beſteht aus 2 großen Parallelepipedis, deren jedes auf 500 Pfund wiegt, und 240 ſtark magnetiſirte Stahlſtäbe enthält, die in vier Abtheilungen, jede zu 60 Stäben, geordnet ſind. Die 60 Stäbe liegen mit den gleichnamigen Polen an einander; die Abtheilungen ſelbſt aber berühren ſich mit den ungleichnamigen. Die Spitze einer Magnetnadel, die dieſe Vorrichtung nur berührt hatte, erlangte eine ſolche Kraft, daß ſie den Magnetiſmus der beſten Nadeln in England zernichtete. Als **D. Ingenhouß** dieſe Maſchine ſahe, hatte ſie viel von ihrer vorigen Kraft verlohren; Herr **Nairne** aber hatte es auf ſich genommen, ſie wieder herzuſtellen.

D. Knight verfertigte auch künſtliche Magneten aus einem Teig, dem er jede Form geben konnte, und der an gelindem Feuer getrocknet, ſteinhart wurde. Erſt nach ſei-

nem Tode hat **Wilſon** (Philoſ. Trans. Vol. LXIX. for 1778. no. 5.) bekannt gemacht, daß dieſer Teig aus dem feinſten Eiſenmohr und Leinöl beſtand. Den Magnetiſmus gab er der Paſte durch ſein magnetiſches Magazin. Nach D. Ingenhouß (Vermiſchte Schriften, Th. I. S. 402 u. f.) nahm er zu ſolchen Paſten auch pulveriſirten Magnet, Kohlenſtaub und Leinöl: Ingenhouß ſelbſt hat mit gutem Erfolg Magnet- oder Eiſenſtaub mit Wachs gebraucht, welches eine biegſame Paſte giebt.

Geſchichte des Magnetiſmus.

Die Kenntniß des natürlichen Magnets iſt ſehr alt. Schon in dem Gedichte von den Steinen (Λίθικα), das den Namen des **Orpheus** führt, vermuthlich aber von **Onomakrit**, einem Athenienſer aus den Zeiten des Piſiſtratus herrührt, wird er unter dem Namen Μαγνήτης erwähnt, den er von der Stadt Magneſia in Lydien, wo man ihn vielleicht zuerſt fand, erhalten haben ſoll. **Theophraſt** und **Plato** geben ihm den Namen Ἡρακλεῖα λίθος; welches ſich daraus erklärt, weil nach dem Zeugniß eines ältern Schriftſtellers beym **Euſtathius** die Stadt Magneſia in Lydien auch Heraclea hieß. Beym **Ariſtoteles** heißt er einigemal vorzugsweiſe ἡ λίθος, bey ſpätern Schriftſtellern kömmt er unter andern Benennungen (μαγνήσια, μαγνῆσσα, σιδηρίτης, σιδηραγωγὸς) vor.

Plinius (Hiſt. nat. L. XXXVI. c. 16.) ſpricht von der Anziehung des Magnets mit Erſtaunen. „Quid lapidis rigore pigrius? Ecce ſenſus manusque tribuit illi natura. „Quid ferri duritie pugnacius? Sed cedit et patitur mores. „Trahitur namque a Magnete lapide, domitrixque illa „rerum omnium materia ad inane neſcio quid currit, at„que ut propius venit, aſſilit teneturque et complexu „haeret.“ Auſſerdem war auch ſchon das Abſtoßen, das Durchwirken durch andere Körper und die Mittheilung bemerkt worden, wie **Lucrez**, der ſo viele Bemerkungen alter Naturforſcher geſammlet hat, in folgender Stelle (De rer. nat. VI. v. 1400) angiebt:

Fit quoque, ut a lapide hoc ferri natura recedat
Interdum, ſugere atque ſequi conſueta viciſſim.
Exultare etiam Samothracia ferrea vidi:
Et ramenta ſimul ferri furere intus ahenis
In ſcaphiis, lapis hic Magnes cum ſubditus eſſet,
Usque adeo fugere a ſaxo geſtire videtur
Aere interpoſito, diſcordia tanta creatur.

Nirgends aber findet ſich bey den Alten eine Erwähnung der Polarität, deren Entdeckung ein Werk des Zufalls, und gewiß nicht vor dem zwölften, vielleicht gar erſt im vierzehnten Jahrhunderte n. C. G. gemacht iſt, ſ. **Compaß.** Der ungemein wichtige Nutzen dieſer Entdeckung für die Schiffahrt und den Handel machte den Magnet vollends zu einem Gegenſtande der allgemeinen Bewunderung. Durch den häufigen Gebrauch, welchen die Schiffer davon machten, ward (doch vielleicht erſt im 16ten Jahrhunderte) die Abweichung und Neigung der Magnetnadel entdeckt; allein man vernachläßigte in den damaligen Zeiten die Experimentaluntersuchung, und begnügte ſich, die magnetiſchen Erſcheinungen als eines der größten Myſterien der Natur anzuſehen, wodurch man noch mehrere unerklärbare und geheimnißvolle Sympathien und Antipathien glaublich zu machen ſuchte.

William Gilbert, ein engliſcher Arzt (De magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete tellure, phyſiologia nova. Lond. 1600. fol.) unternahm es, die magnetiſchen Erſcheinungen in ein Syſtem zu bringen, und den Magnetiſmus der ganzen Erde dabey zum Grunde zu legen. Er gab zuerſt die kugelförmigen Magnete oder Terrellen an, von denen er ſich doch mehr verſprach, als ſie in der Folge geleiſtet haben. Inzwiſchen hatte er den Begrif von freundſchaftlichen und feindlichen Polen oder Seiten des Magnets und der Erde richtig gefaßt, und fand damit, weil ſich daraus viel Phänomene erklären, verdienten Beyfall. **Kepler**, dem dieſe magnetiſche Philoſophie ſehr gefiel, machte davon in der phyſiſchen Aſtronomie Gebrauch, zum Theil aber mit unglücklichem Erfolg, ſ. **Gravitation.** **Nicolaus Cabeus** (Philoſophia magnetica. Ferrar. 1629.) trug dieſes Syſtem mit einigen Zuſätzen vor, erwähnte zu-

erſt den Magnetiſmus des Eiſens, und erklärte alles aus ein- und ausſtrömenden Materien. Kircher (Ars magnetica), Schott (Magia naturalis) de Lanis (Magiſterium naturae et artis) haben viele Beobachtungen über den Magnet geſammlet, und Kunſtſtücke angegeben, die ſich mit Hülfe deſſelben bewirken laſſen. Aber die damaligen Kenntniße vom Magnet waren durch eine Menge Fabeln verunſtaltet. Man glaubte z. B., daß er durch Reiben mit Knoblauch und durch die Berührung des Diamants ſeine Kraft verliere, daß Muhammeds Sarg durch zween Magnete in der Luft ſchwebend erhalten werde, daß nach Galens Behauptung ein Pflaſter von Magnetſtaub Eiſen aus den Wunden ziehe u. dgl.

Descartes gab in ſeinen Principiis philoſophiae eine mechaniſche Erklärung der magnetiſchen Erſcheinungen durch den doppelten Wirbel einer Materie aus ſchraubenähnlichen Theilchen. Seitdem hat man faſt allgemein eine beſondere magnetiſche Materie angenommen. Weit vortheilhafter aber waren die Experimentaluntersuchungen, wozu die florentiner Akademie del Cimento, und bald nachher die gelehrten Geſellſchaften zu Paris und London Gelegenheit gaben. Dieſe ſchätzbaren Erfahrungen hat Muſſchenbroek (Diſſ. phyſica exp. de Magnete, in ſ. Diſſ. phyſ. et geom. Lugd. Bat. 1729. 4. No. 1.) geſammlet, und mit eignen vermehrt. In dieſen Zeitraum gehört auch Vallemonts Entdeckung eines urſprünglichen Magnetiſmus in der Spitze des Kirchthurms zu Chartres (Deſcription de l'aimant, qui s'eſt formé à la pointe du clocher neuf de Notre-Dame de Chartres. à Paris, 1692. 12.), und Halleys ſinnreiche Theorie der Abweichungen der Magnetnadel. Was man damals vom Magnete aus Erfahrung wußte, findet ſich in Wolfs nützlichen Verſuchen (Th. III. Cap. 4.) beyſammen.

Descartes Hypotheſe ward zuerſt von Dalencé (Traité de l'aiman. Amſt. 1687. 8.) verbeſſert, der den doppelten Wirbel in einen einfachen, und die ſchraubenförmigen Gänge in Canäle mit Faſern verwandlete. Dieſe Gedanken haben nachher du Fay, Euler und du Tour weiter

ausgeführt, da hingegen Johann und Daniel Bernoulli den doppelten Wirbel wiederum angenommen haben.

Eine der wichtigſten Entdeckungen des gegenwärtigen Jahrhunderts betrift die urſprüngliche Erregung und große Verſtärkung der Kraft in den künſtlichen Magneten. Herr von Reaumür (Mém. de Paris, 1723.) machte zuerſt Beobachtungen über die Mittel, das Eiſen ohne Magnet zu magnetiſiren, und du Fay ſetzte dieſelben in den Jahren 1728, 1730, 1731 fort. Was in England Savery, Marcel, Knight, Mitchell und Canton hierinn geleiſtet haben, iſt nebſt den neuern Methoden des Antheaulme ſchon oben angeführt worden. Die ältern erzählt der P. Rivoire (Traité ſur les aimans artificiels. à Paris 1752. 12.); mehrere dazu gehörige Verſuche hat Nebel (Diſſ. de magnete artificiali. Ultraj. 1756. 4. überſ. im hamburg. Magaz. B. XVII. S. 227.) angeſtellt.

Durch die zwiſchen Elektricität und Magnetiſmus entdeckten Aehnlichkeiten ſind die Syſteme der magnetiſchen Wirbel ſehr zweifelhaft geworden. Aepinus (Sermo acad. de ſimilitudine vis electr. et magnet. Petrop. 1758. 4. überſ. im hamb. Magaz. B. XXII. S. 227. ingl. Tentamen theoriae electric. et magnetiſmi. Petrop. 1759. 4.) verſuchte Franklins Theorie der Elektricität auf den Magnet anzuwenden. Brugmans aber und Wilke (Schwed. Abhdl. v. J. 1766. im 28ſten B. der deutſch. Ueberſ.) haben faſt noch glücklicher zwo magnetiſche Materien zur Erklärung angenommen; da hingegen Herr van Swinden ſich gänzlich gegen die Vorausſetzung magnetiſcher Flüßigkeiten erklärt. Unſtreitig ſind wir in der Kenntniß des Magnets noch allzuweit zurück, um über dieſe Aehnlichkeit mit der Elektricität entſcheiden zu können, welche inzwiſchen eine ſehr bequeme Vorſtellungsart verſchaft, und die ſo mannigfaltigen magnetiſchen Erſcheinungen auf wenige einfache Geſetze zurückführt, wobey man nur nicht glauben muß, die phyſiſche Urſache zu kennen, die ja ſelbſt bey der Elektricität noch unbekannt iſt.

Die Lehre vom Magnet iſt in ihrer neuſten Geſtalt von Tiberius Cavallo (Treatiſe on Magnetism in theory and practice. London, 1787. 8maj. überſ. Leipzig, 1788.

gr. 8.) kurz und lehrreich vorgetragen worden. Wenn man hiemit Brugmans Tentamina philoſophica nach der vom Verfaſſer ſelbſt ſehr bereicherten deutſchen Ueberſetzung des Herrn Doctor und Profeſſor Eſchenbach (Philoſ. Verſuche über die magnetiſche Materie. Leipzig, 1784. 8.) verbindet, ſo findet man eine ſehr richtige und vollſtändige Belehrung. Kunſtſtücke mit verſteckten Magneten, worinn es beſonders Comus in Paris ſehr weit gebracht hat, beſchreiben Guyot (Phyſikal. und mathemat. Beluſtigungen, Th. I.) und Wiegleb (Natürl. Magie S. 67–132).

Hypotheſen über die Urſache des Magnetiſmus.

Seit Gilberts Zeiten iſt man darüber einig, daß die magnetiſchen Erſcheinungen großentheils vom Magnetiſmus der Erdkugel herrühren, den man hiebey als ein unbezweifeltes Phänomen zum Grunde legen kan. Daraus folgt, daß bey jedem Magnete das im Kleinen vorgeht, was bey der Erde im Großen ſtatt findet, und man fragt nun, was dieſes ſey.

Descartes (Princip. philoſ. P. IV. §. 133. ſqq.) nimmt an, eine feine aus Schräubgen oder Spiralen beſtehende Materie ſtröme aus dem Nordpole jedes Magnets in den Südpol; eine ähnliche aus Schräubgen, die nach der entgegengeſetzten Richtung gewunden ſind, ſtröme aus dem Südpole in den Nordpol. Im Eiſen gebe es ausgehölte Canäle, wie Schraubengänge gewunden, von zwo Sorten, jede für eine der gedachten Materien paſſend. Dieſe Canäle ſind entweder ſchon da, oder die Materie bildet ſie erſt zwiſchen den nachgebenden Fäſerchen des Eiſens. Die aus den Polen ſtrömenden Materien finden Widerſtand in der Luft, bilden daher Wirbel, und gehen an beyden Seiten des Magnets in den andern Pol durch krumme Linien zurück.

Hieraus wird nun erklärt, wie die Wirbel der Erdkugel jedem Magnete die Richtung geben, wie eben dies geſchieht, wenn man zween Magnete an einander bringt, wie alsdann Anziehung erfolgt, wenn die freundſchaftlichen Pole zuſammen kommen, und die Wirbel beyder Magnete

in einen einzigen zuſammengehen, wie hingegen Repulſion entſteht, wenn die aus feindlichen Polen ſtrömenden Materien ſich Platz zu ihren Wirbeln machen müſſen, u. ſ. w. Das Willkührliche in dieſem Syſtem fällt in die Augen, und der angenommene Widerſtand der Luft widerſpricht den Verſuchen, welche im luftleeren Raume eben ſo erfolgen; dennoch bleibt dem Descartes das Verdienſt, die Bahn gebrochen und andere auf leichtere Theorien geleitet zu haben.

Dalencé, dem eine Materie aus Schrauben mit Recht mißfiel, ſetzte an die Stelle der carteſianiſchen Schraubengänge Canäle mit Faſern oder Klappen, welche die durchſtrömende Flüßigkeit nur nach einer Richtung durchlaſſen, nach der andern aber ihr den Weg verſchließen. Auch nahm er ſtatt des doppelten Wirbels nur einen einfachen an (ſ. Act. Erud. Lipſ. 1687. Aug. p. 424.). Dieſe Hypotheſe trug auch **dů Fay** (Mém. de Paris, 1728.) vor, und nahm an, daß die aus dem Südpole der Erde ſtrömende Materie in den Südpol des Magnets eingehe, durch den Nordpol wieder heraustrete, und durch den Widerſtand der Luft umgelenkt zum Südpole zurückkehre, auch daß die Faſern des Eiſens bey ſenkrechter Stellung eines Stabs durch ihre Schwere oder durch Hämmern u. dgl. in die gehörige Richtung kämen, woraus er den von **Vallemont** und **Reaumůr** entdeckten urſprünglichen Magnetiſmus erklärt. Dies wurde noch umſtändlicher durch die Herren **Euler**, **dů Tour**, auch **Johann** und **Daniel Bernoulli** ausgeführt (Recueil des pieces, qui ont remporté les prix de l'ac. des Sc. To. V.), als die pariſer Akademie die Preisfragen für 1744. und 1746. auf dieſen Gegenſtand gerichtet hatte.

Euler (Opuſc. To. III. continens nouam theoriam magnetis praemio condecor. 1744. Berol. 1751. 4.) hält die magnetiſche Materie für die feinern Theile des Aethers, welche ſich mit den übrigen gröbern Theilen nicht ohne Schwierigkeit vereinigen können. Die Gänge des Magnets und Eiſens ſind Canäle, wie AB Taf. XVI. Fig. 36. mit Faſern, die ſich von A nach B neigen, und **Klappen**

bilden, welche den feinen Aether zwar von A nach B, nicht aber rückwärts durchlaſſen. So dringt dieſer feinere Aether wegen ſeiner äuſſerſten Elaſticität bey A ein, ſtrömt bey B hervor, und wird hier durch den Widerſtand des gröbern Aethers in einem einfachen Wirbel nach A zurückgetrieben. Dies dauert ſo lang, bis ſich beyde Arten des Aethers nach und nach wieder vermiſcht haben. Die Erde ſelbſt iſt wegen der großen Menge Eiſen und Magnet, die ſie in ſich faßt, mit ähnlichen Gängen erfüllt, und ſo mußte ſich um ſie ein großer Wirbel bilden.

Hiebey iſt nun freylich die Luft entbehrlich; aber es iſt auch ſehr gewagt, den Aether, von dem man gar keine Erfahrungen hat, noch in zwo Sorten von verſchiedener Feinheit zu ſondern. Uebrigens müßte der Erdwirbel den Wirbel des Magnets beſtändig ſtören. Euler entſcheidet zwar nicht, aus welchem Pole der Erde der Aether komme, und in welchen er gehe. Aber man ſetze, er komme von A, ſo muß er die Geſchwindigkeit des aus dem Magnete von B her zurückkehrenden Aethers vermindern. Kömmt er aber von B, ſo wird er entweder die Stellung des Magnets B A umkehren, und die vorige Schwierigkeit wiederbringen, oder es wird ſonderbar bleiben, daß er von B herkömmt, und doch von A einſtrömt. Auch bleibt beym einfachen Wirbel unbegreiflich, wie beyde Pole ein unmagnetiſches Eiſen mit gleicher Stärke und Geſchwindigkeit anziehen können. Endlich beſtimmt Euler ſelbſt, daß nach ſeiner Hypotheſe die gerade Figur die geſchickteſte zu ſtarken Magneten ſeyn müſſe, da doch der Erfahrung gemäß die hufeiſenförmigen Magnete den geraden Stäben an Stärke nichts nachgeben.

Dü Tour nimmt eben den einfachen Wirbel und eben den klappenartigen Bau der Canäle des Eiſens an, ſcheint aber die Schwierigkeit wegen der Störung und gehinderten Bewegung des Wirbels mehr gefühlt zu haben. Er legt alſo den Faſern des Eiſens eine Kraft bey, die Oefnungen zu verengern und zu erweitern, und läßt dadurch die magnetiſche Materie während des Durchgangs

immer neue Stöße erhalten, die ihr mehr Geſchwindigkeit mittheilen, als ihr der widerſtehende Strom auf dem Rückwege nehmen kan. Dies heißt aber eine Hypotheſe auf die andere ſetzen. Uebrigens erklärt du Tour die Entſtehung des Wirbels aus dem Widerſtande der Luft, ohne ſich an die Verſuche im luftleeren Raume zu kehren.

Daniel und Johann Bernoulli hingegen nehmen den doppelten Wirbel des Descartes an, und legen deshalb in das Eiſen Canäle von doppelter Art, wie A B und C D, Taf. XVI. Fig. 36., deren Klappen ſich nach entgegengeſetzten Seiten öfnen. Die Faſern ſind elaſtiſch, und drücken, wenn ſie in ſchwingende Bewegung gerathen, die magnetiſche Materie aus den zwiſchen ihnen befindlichen Räumen durch die Klappen heraus. Die Elaſticität der Materie ſelbſt, welche in der innern Bewegung der Theile beſteht, wird beym Durchgange durch ſo enge Röhren gehemmt, und die Bewegung in eine blos fortgehende verwandlet; beym Rückgange zum andern Pol aber kehrt dieſe Elaſticität nach und nach wieder zurück. Die Erſcheinungen laſſen ſich hieraus ganz gut erklären, allein wie könnte wohl die Verwirrung unter den in verſchiedenen Richtungen bewegten Wirbeln vermieden werden, und müßte nicht jeder Magnet und alles Eiſen faſt aus lauter Faſern beſtehen, deren Lage oft durch einen einzigen Strich eines ſtarken Magnets umgekehrt würde, da ſich die Pole ſo leicht verwechſeln laſſen?

Unſtreitig haben die Figuren, Taf. XVI, Fig. 27., welche der Feilſtaub auf Glas bey untergelegtem Magnet annimmt, viel dazu beygetragen, die Syſteme der Wirbel in Anſehen zu erhalten. **Muſſchenbroek** (Diſſ. de magnete. Tab. III. et IV.) und **Bazin** (Deſcription des courants magnetiques. à Strasb. 1753. 4. deutſch im Hamburg. Magaz. B. XII. S. 579.) haben dieſe Figuren genau unterſucht und abgebildet. Sie beweiſen aber gar nichts für die Wirbel, und Muſſchenbroek (p. 119.) erklärt ſie ſchon ſehr richtig. **Brugmans** (Philoſ. Verſ. S. 99. u. f.) beſtreitet die Syſteme der magnetiſchen Wirbel mit Gründen, denen man ſchwerlich etwas gleich ſtarkes wird

entgegenſetzen können. Man kan durch den magnetiſchen Wirbel kein ſtählernes Rad umtreiben, wie durch den elektriſchen Strom möglich iſt, und ein ſchwimmender Magnet wird weder gen Süden noch gen Norden fortgetrieben.

Aepinus nimmt, wie Franklin bey der Elektricität, eine einzige magnetiſche Materie an, deren Theile einander abſtoßen, von den Theilen des Magnets und Eiſens aber angezogen werden. Das Eiſen ſetzt der Bewegung dieſer Materie durch ſeine Zwiſchenräume Hinderniße entgegen, und verhält ſich daher, wie ein Nichtleiter, doch nähert ſich weiches Eiſen etwas mehr der Natur der Leiter; dagegen giebt es gar keine magnetiſchen Leiter in dem Sinne, daß ſolche die Materie anziehen und frey durchlaſſen ſollten. So entſtehen die magnetiſchen Erſcheinungen aus dem Ueberfluß oder Mangel der natürlichen Menge magnetiſcher Materie, und es giebt einen **poſitiven** und **negativen** Magnetiſmus mit Wirkungskreiſen, in welchen die Vertheilung nach eben den Geſetzen, wie bey der Elektricität, erfolgt. Die Phänomene der Mittheilung fehlen, weil es keine Leiter giebt; doch im Eiſen ſelbſt, vorzüglich im weichen, heben ſich Ueberfluß und Mangel wieder auf, und ſtellen das natürliche Gleichgewicht her. Dieſe ſehr einfache Hypotheſe hat doch gleiche Schwierigkeiten mit der frankliniſchen Theorie ſelbſt, und noch auſſerdem dieſe, daß man dem Eiſen unmöglich eben die Undurchdringlichkeit für die magnetiſche Materie beylegen kan, welche die Nicht-Leiter für die elektriſche zeigen.

Wilke und **Brugmans** wollen daher lieber zwo beſondere magnetiſche Materien annehmen. Der erſtere giebt ihnen die Namen der **poſitiven** und **negativen**, der letztere die der **nördlichen** und **ſüdlichen**. Die gleichartigen Materien ziehen ſich an, die entgegengeſetzten ſtoßen ſich ab. In dieſem einfachen Satze liegen alle Erklärungen der Phänomene des +M und —M. Nur die Ausdrücke ſind bey **Brugmans** noch etwas mehr hypothetiſch. Das Anziehen der ungleichnamigen Pole, z. B.

erklärt er daraus, daß ſich die nördliche Materie am einen mit der ſüdlichen am andern ins Gleichgewicht ſetzt, daher die Elaſticität der umgebenden Materie die Magnete zuſammentreibt. Man ſieht, daß er ſich nicht mit dem ſimpeln Phänomene der Anziehung befriedigen will, ſondern noch eine Urſache davon ſucht, und dieſe im Drucke der umgebenden Materie zu finden glaubt. Wenn man dieſe Idee entfernt, und ſeine Ausdrücke nach der gewöhnlichen Sprache durch Anziehen, Abſtoßen, Binden, Freylaſſen überſetzt, ſo enthält ſein Buch einen wahren Schatz von wichtigen Beobachtungen, welche unabhängig von allen Hypotheſen die wahren Geſetze des Magnetiſmus beſtärken.

Herr **Kratzenſtein** (ſ. Lichtenbergs Magaz. für das Neuſte aus der Phyſ. I B. 4. St. S. 132. u. f.) ſucht die magnetiſchen Erſcheinungen aus einer oſcillirenden oder wellenförmigen Bewegung der magnetiſchen Materie herzuleiten, bey der ſich die Welle an einem Pole zuſammenzieht, wenn die am andern ſich ausbreitet. Die kleinern Theile des Magnets oſcilliren übereinſtimmend mit den Wellen der allgemeinen magnetiſchen Atmoſphäre, wie gleichgeſtimmte Saiten in ſchallender Luft. Das Eiſen iſt dieſer Vibrationen fähig, weil ihm die merkurialiſche Elementarerde mangelt, die in den andern Metallen ähnliche Bewegungen hindert. In den übrigen Körpern iſt vermuthlich die Gegenwart des Acidums, oder der Mangel des Brennbaren, oder die geringe Dichte Schuld an dem Mangel der magnetiſchen Eigenſchaften. Alle dieſe Behauptungen möchten wohl eben ſo ſchwer, als das Daſeyn der Merkurialerde in den Metallen, zu beweiſen ſeyn.

Herr **Gabler** (Naturlehre, München, 1778. 8. ingleichen Theoria magnetis, explicauit *Matth. Gabler.* Ingolſt. 1781. 8.) bringt die Theorie des Magnets auf den Satz, daß alle Eiſentheilchen, jedes für ſich, wahre Magneten ſind, und im Eiſen nur wegen ihrer unordentlichen Lage keine magnetiſchen Erſcheinungen äuſſern können. Dies iſt ſehr ſinnreich ausgedacht, und es läßt ſich ungemein viel

daraus erklären. Was aber die erſte Urſache des Magnetiſmus ſey, bleibt dabey noch immer unerklärt. Rittenhouſe (Tranſactions of the american philoſophical Society at Philadelphia. Vol. II. 1786. 4.) trägt eine ſehr ähnliche Theorie vor, nach welcher zwar nicht alle, aber doch viele Theile des Eiſens, Magnete seyn ſollen, die aber erſt durch einen darangehaltenen Magnet, oder durch Hämmern, in ihre rechte Lage kommen. Ueberdies nimmt er an, es ſey durch die ganze Natur eine gewiſſe Kraſt verbreitet, welche auf dieſe kleinen Magnetchen nach der Richtung der Magnetnadel wirke, welches er durch Verſuche mit Stangen zu beweiſen ſucht, die in den magnetiſchen Meridian gelegt, durch bloßes Klopfen magnetiſch werden.

Herr van Swinden bleibt ganz bey den Geſetzen des Magnetiſmus ſtehen, und hält es für überflüßig, magnetiſche Materien anzunehmen, die doch nur unzureichende und hypothetiſche Erklärungen verſchaften, und über deren Natur, Bewegung und Wirkungsart man keine Erfahrungen habe. Brugmans vertheidigt dagegen dieſe Materien ſehr ernſtlich. Er glaubt, man fühle ſie, wenn man zwey große Magnete mit den freundſchaftlichen Polen an einander ſtreiche; Newton billige ja ſelbſt die Verſuche, die Anziehung aus dem Drucke einer Materie zu erklären, und man könne doch die bewunderungswürdige Erzeugung, Verſtärkung, Schwächung und Vertilgung des Magnetiſmus bey unveränderter Maſſe, unmöglich einer anziehenden Kraft allein zuſchreiben. Wie es auch um das Fühlen der Materie ſtehen mag, ſo verdienen doch die übrigen Gründe Herrn Brugmans allen Beyfall. Allerdings ſind die Geſetze das einzige Gewiſſe, die Urſachen ſind verborgen und ungewiß: das iſt aber noch kein Grund, alle Unterſuchungen und Muthmaßungen darüber abzubrechen, welche doch ohne Vorausſetzung von Materien nicht wohl ſtatt finden. Denn was ſoll das ſeyn, das ſich bindet und frey läßt, wenn es nicht ein reelles Weſen, oder eine Materie, iſt?

Die Aehnlichkeit des Magnetiſmus mit der Elektricität, welche nach Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. §. 996.) auch Aepinus (Nov. Comm. Petrop. To. X. p. 296.), Cigna (Miſcell. Taurin. To. I. überſetzt im Neuen Hamb. Mag. VI. Band. S. 35.) und die Verfaſſer der bayriſchen Preisſchriften für die Jahre 1774. u. 1776, Steiglehner und Hübner (Recueil des mém. ſur l'analogie de l'electricité et du magnetiſme par *van Swinden*. III Tomes. à la Haye. 1784. 8.) auseinander geſetzt haben, könnte wohl auf den Gedanken leiten, daß beyderley Phänomene durch eben dieſelben Materien bewirkt würden. Vielleicht ſind aber dieſe Aehnlichkeiten nur allgemeine Geſetze der Wirkungsart mehrerer elaſtiſchen Flüßigkeiten. Es findet ſich dagegen auch viel Unähnliches zwiſchen Elektricität und Magnet, wie Franklin (Lettre à Mr. *Barbeu Dubourg* in *Sigaud de la Fond* l'Precis des phénom. électriques, Paris, 1781. 8.), Lichtenberg (Anmerk. zu Erxleb. Naturl. §. 569.) und beſonders van Swinden (in dem erſt angeführten Recueil des mém.) zeigen, z. B. in der langen Dauer und großen Stärke der magnetiſchen Anziehung, daß ſich der Magnetiſmus blos auf Eiſen einſchränkt, daß man das +M und —M durch keinen Schlag vereinigen kan u. ſ. w. Schillings Beobachtungen über den Zitteraal (Nouv. mém. de l'acad. de Pruſſe. 1770. p. 68.), nach welchen die Erſchütterung dieſes Fiſches mit dem Magnet zuſammenzuhängen ſchien, ſind von Ingenhouß und Spallanzani falſch befunden worden, ſ. Zitteraal.

Petr. van Muſſchenbroeck Diſſ. de magnete in Diſſ. phyſ. exp. et geom. Lugd. Bat. 1729. 4maj.

Ej. Introductio ad philoſ. nat. To. I. cap. 19. §. 946. ſqq.

Anton Brugmans Beob. über die Verwandtſchaften des Magnets, a. d. latein. von C. G. Eſchenbach. Leipz. 1781. 8.

Ebend. Philoſoph. Verſuche über die magnetiſche Materie, a. d. lat. mit Zuſätzen des Verf. von C. G. Eſchenbach. Leipz. 1784. 8.

Karſtens Anleitung zur gemeinnützl. Kenntniß der Natur XXI. Abſch.

Errlebens Anfangsgr. der Naturl. durch Lichtenberg XI. Abſch. §. 553. u. f.

Tib. Cavallo Abhandl. vom Magnetiſmus. a. d. engl. Leipz. 1788. gr. 8.

Magnetiſmus, Magnetiſmus, *Magnetiſme.* Der Inbegrif der magnetiſchen Erſcheinungen, oder auch der Zuſtand eines Körpers, in welchem er dieſe Erſcheinungen zeigt. So viel man aus den bisherigen Erfahrungen folgern kan, ſcheinen blos der Magnet und das Eiſen eines ſolchen Zuſtands fähig zu ſeyn, und wenn andere Körper magnetiſche Erſcheinungen zeigen, ſo geſchieht dies blos, in ſo fern ſie Eiſen im metalliſchen Zuſtande bey ſich führen.

Natürlicher Magnetiſmus kömmt dem Magnete, **künſtlicher** dem durch Veranſtaltungen magnetiſirten Eiſen oder Stahle zu. Der letztere iſt entweder **mitgetheilter**, wenn man ſich zu dieſen Veranſtaltungen anderer Magnete bedient, oder **urſprünglicher**, wenn man bey Erregung deſſelben blos den der ganzen Erdkugel eignen Magnetiſmus genützt hat. In beyden Fällen iſt eigentlich nur Störung des Gleichgewichts durch Vertheilung vorhanden, ſ. **Magnet**.

Man hat viel von Einwirkungen des Magnets in den menſchlichen und thieriſchen Körper geſprochen, durch welche Veranlaſſung auch der Namen des **thieriſchen Magnetiſmus** (*Magnetiſme animal*) entſtanden iſt. Nach **Kirchers** Bericht (Magnes ſ. de arte magnetica. Colon. Agripp. 1643.) haben ſchon Galen, Dioſcorides und Avicenna dem Magnet eine Kraft zugeſchrieben, die dicken Säfte im menſchlichen Körper zu verbeſſern, Kröpfe zu heilen und Nervenſchmerzen zu lindern: auch hat man ihn nach neuern Erfahrungen als ein Mittel wider Zahnweh und Magenkrampf angeprieſen. Da das Eiſen ein ſo allgemein verbreiteter Stof iſt, und man es wirklich ſowohl in den Säften, als in den feſten Theilen der Pflanzen und Thiere findet, ſo ließe ſich wohl die Möglichkeit eines ſolchen thieriſchen Magnetiſmus begreiflich machen:

allein man hat von dem allen noch keine ſichern Erfahrungen.

Hingegen iſt mehr als zu wohl bekannt, daß die Wirkungen, welche Meßmer anfänglich in Wien, und dann in Paris, vermittelſt des Magnets im menſchlichen Körper hervorzubringen ſuchte, Anlaß zu einer ganz neuen und ſonderbaren Idee von thieriſchen Magnetiſmus gegeben haben, der zufolge man durch gewiſſe Behandlungen und Manipulationen des Körpers mit oder ohne Magnet geheime Kräfte erwecken und mittelſt verborgner Einflüße Desorganiſation, Somnambuliſmus, Divinationsvermögen, Criſen, Heilung vieler Krankheiten und andere Wunder bewirken will. Einſichtsvolle Männer haben dies aufs höchſte für ein Spiel erklärt, das man mit der Einbildungskraft nervenkranker oder ſonſt getäuſchter Menſchen treibt (ſ. Rapport des Commiſſaires chargés par le Roi de l'examen du magnetiſme animal. Paris. 1784. 4.): unläugbar aber hat ſich auch Schwärmerey, und oft ſogar grober Betrug, in die Sache gemiſcht. Hoffentlich werden dieſe Täuſchungen, wie viele andere, von ſelbſt aufhören, wenn ihre Zeit vorüber ſeyn wird. Da ſie mit dem phyſikaliſchen Magnetiſmus nichts gemein haben, und die jetzigen Magnetiſeurs ſogar den Magnet nicht mehr gebrauchen, ſo gehört alles dies nur in ſofern hieher, als man dabey den Namen Magnetiſmus mißbraucht: übrigens iſt es der Würde des Phyſikers gemäß, ganz davon zu ſchweigen.

D. Ingenhouß (Vom Magnete in ſ. Vermiſchten Schriften Th. I. S. 411.), ein eben ſo einſichtsvoller Arzt, als großer Naturforſcher, drückt ſich über die wiener Vorgänge mit folgenden Worten aus: „Ich weiß keine ſichere „Thatſache, welche bewieſe, daß die magnetiſche Kraft auf „die thieriſche Haushaltung einigen Einfluß habe. Das, „was ich ſelbſt zu ſehen Gelegenheit hatte, und welches am „meiſten Geſchrey machte, und gewiſſen übrigens einſichts„vollen Perſonen das größte Vertrauen einflößte, hat, im „Grunde unterſucht, mich dergeſtalt entfernt, ihm je„mals den mindeſten Glauben beyzumeſſen, daß es ſogar

„die Möglichkeit, in Zukunft ähnliche Fälle, von welchem „Anſehen ſie auch unterſtützt werden möchten, zu glauben, „in mir vertilgt hat.“

Magnetnadel, Acus magnetica, Verſorium, *Aiguille aimantée.* Dieſen Namen führen die mit dem Magnet beſtrichenen ſtählernen Nadeln oder langen dünnen Platten, welche ſich, wenn ſie frey hängen, mit ihren beyden Enden gegen die magnetiſchen Pole der Erde kehren, und dadurch zu Erforſchung der Weltgegenden dienen. Zwar ſind die magnetiſchen Pole der Erde nicht einerley mit den Polen ihrer Umdrehung, und die Richtung der Magnetnadel fällt alſo nicht in die Mittagslinie ſelbſt, ſ. **Abweichung der Magnetnadel**: auch ſteht die in ihrem Schwerpunkte aufgehangene Nadel nicht wagrecht, ſondern neigt ſich mit einem Ende gegen den Horizont, ſ. **Neigung der Magnetnadel.** Hier ſetzen wir dieſe beyden Umſtände inzwiſchen beyſeit, und nehmen die Nadel ſo aufgehangen an, daß der eine Theil etwas ſchwerer als der andere iſt, damit ſie ſich der Neigung ohngeachtet wagrecht ſtelle. So bleibt noch die Materie der Nadeln, ihre Geſtalt, die Art, ſie zu beſtreichen, und ihre Aufhängung zu betrachten übrig.

Man verfertigt die Magnetnadeln am beſten aus dem feinſten und härteſten Stahle. Das Härten des Stahls verändert aber oft ſeine Geſtalt, und macht ihn krumm, beſonders wenn er eine längliche Form hat. Man muß daher die Magnetnadeln beym Feilen etwas breiter laſſen, als nöthig iſt, und ihnen erſt nach dem Härten ihre gehörige Geſtalt und Größe durch Abſchleifen geben. Gewöhnlich bringt man die Nadeln nach **Muſſchenbroeks** Vorſchlage nur auf die blaue Federhärte. Allein dies iſt gar nicht zu billigen. Sie nehmen zwar in dieſem Zuſtande den Magnetiſmus ſchneller an; aber ſie verlieren ihn auch wiederum weit leichter.

Die Geſtalt der Nadeln muß ſo einfach, als möglich, und frey von hervorragenden Theilen und unregel-

mäßigen Verzierungen ſeyn. Man muß ſie ſo einrichten, daß ſie nicht mehr als zween magnetiſche Pole haben, und daß dieſe in einerley Vertikalebne mit dem Aufhängungspunkte fallen. Die gewöhnliche Form eines Pfeils, oder einer Nadel mit einer Lilie an der Spitze iſt alſo gerade eine der unſchicklichſten. Am beſten iſt die Geſtalt eines Parallelogramms oder einer dünnen ablangen Platte, deren Enden ſich entweder geradlinigt, oder mit zween Linien ſchlieſſen, die unter einem ſehr ſtumpfen Winkel zuſammenſtoſſen. **Cavallo** räth, um die Pole ſicherer in die Axe zu bringen, an, die Nadeln nicht breit, ſondern lieber etwas dicker zu machen, wenn man ihnen ja mehr Maſſe geben will. Die gewöhnlichen zu Seecompaſſen ſind zwiſchen 4 und 5 Zoll lang; bey denen, die zur Beobachtung der täglichen Variation dienen, geht man bis 8 Zoll.

Man kan den Nadeln durch armirte natürliche oder durch künſtliche Magnete die Polarität entweder vermittelſt des einfachen oder des Doppelſtrichs mittheilen, ſ. **Magnet**. Am ſtärkſten aber laſſen ſie ſich nach der von **D. Knight** angegebnen Methode ſo magnetiſiren. Man legt zween ſtarke künſtliche Magnetſtäbe in eine gerade Linie mit den freundſchaftlichen Polen zuſammen, ſetzt mitten auf dieſelben da, wo ſie ſich berühren, die in ihrer Mitte durchlöcherte Nadel auf, befeſtiget dieſelbe ſo, daß ihre beyden Helften längſt der beyden an einander gelegten Stäbe hin liegen, und zieht alsdann beyde Stäbe aus einander, ſo, daß ſie langſam unter den beyden Helften der Nadel hin gleiten. Wenn man alsdann die Magnetſtäbe von der Seite her wieder unter die Nadel bringt, und das Verfahren wiederholt, ſo kan man der letztern eine ſehr ſtarke Kraft mittheilen. Bey **D. Knight's** ſtarken künſtlichen Magneten war ein einziger Strich ſchon hinreichend.

Was die Arten der Aufhängung betrift, ſo könnte die einfachſte Magnetnadel eine gewöhnliche mit dem Magnet beſtrichene Nähnadel ſeyn, die entweder an einem um die Mitte gebundenen Faden ſchwebend aufgehangen, oder

mit ein wenig Kork auf der Oberfläche des Waſſers in einem Gefäße ſchwimmend erhalten würde. Von dieſen beyden Methoden aber würde die erſte wegen der Steifheit und des Drehens der Fäden, die zwote wegen der Bewegung gegen die Ränder des Gefäßes ſehr unbequem seyn. Das gewöhnlichſte und beſte Mittel, den Nadeln ein freyes Spiel zu geben, iſt alſo dieſes, daß man ſie horizontal mit ihrer Mitte auf ſehr ſcharfen Spitzen ruhen läßt. Man giebt ihnen in dieſer Abſicht in der Mitte ein Hütchen (*chape*, *chapelle*), oder eine koniſche Höhlung, deren Scheitel auf dem Stifte ſo ruhet, daß der Schwerpunkt der Nadel gerade unter dieſen Aufhängungspunkt fällt. Die Nadel wird dabey in der Mitte durchbohrt, in die Oefnung ein Stück geſchlagnes Meſſing gepaſſet, und in dieſes die kegelförmige Höhlung gebohrt. Der Stift iſt gewöhnlich von Meſſing, mit einer ſtählernen Spitze. Damit dieſe ſich nicht in das Meſſing einbohre, ſetzt man bey den beſten Nadeln ein Stück Agat auf den obern Theil des Meſſings, wodurch ſie ein ſehr freyes und leichtes Spiel erhalten. Dies heiſſen Nadeln mit Agathüten; ſ. Taf. XVI. Fig. 37.

Um das Durchbohren der Nadel zu vermeiden, welches einige wegen der unregelmäßigen Geſtalt für nachtheilig halten, hat man folgende Aufhängungsart vorgeſchlagen. Die Nadel AB, Taf. XVI. Fig. 38. wird an das umgebogne meſſingne Stück CED befeſtiget, in deſſen Mitte bey E ein Agathütchen angebracht iſt. In das Gehäuſe KL, Fig. 39. wird ein Stab FH eingelegt; dieſer hat auf ſeiner Mitte einen zugeſpitzten Stift I, auf welchem E, Fig. 38. ruht; die Nadel AB bewegt ſich unter dem Stabe FH, welcher zwiſchen ihr und CD durchgeht. Hiebey kan aber die Nadel noch nicht völlig eine halbe Umwendung machen. Auch lehren die Verſuche, daß das Durchbohren der Richtung der Nadel nicht ſchadet, daß man ſie auch ohne Bedenken in der Mitte etwas breiter machen kan, wenn nur alles wohl abgerundet und auf beyden Seiten gleichförmig gearbeitet wird, wie Taf. XVII. Fig. 63.

Cavallo beſchreibt eine ſehr ſinnreiche Art, die Nadeln aufzuhängen, nach einigen Seecompaſſen, welche D. Lind, Arzt zu Windſor, mit aus China gebracht hatte. Taf. XVI. Fig. 40. zeigt dieſe chineſiſche Nadel ſo, daß das Auge in der verlängerten Richtung derſelben ſteht, Fig. 41. ſtellt ſie von der Seite dar. I iſt ein dünnes, leichtes meſſingnes Hütchen, welches gegen den Rand zu ein paar einander gegenüberſtehende Löcher hat. B B iſt ein ſehr dünner Streif Meſſing, am obern Theile bey A wie ein Ring geſtaltet, durch welchen die Nadel CD hindurch geht. Die äuſſern Enden dieſes meſſingnen Streifs gehen durch die Löcher am Rande des Hütchens I, und ſind durch Umbiegung über den Rand daran befeſtiget. Die Nadel ſelbſt iſt ein cylindriſcher ſtählerner Drath, 1 Zoll lang und $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmeſſer, halb roth und halb ſchwarz, um Nord- und Südpol zu unterſcheiden. Dies alles ruht auf der Spitze B, auf der es ſich gemächlich bewegen kan. Die Nadel liegt zwar über dem Aufhängungspunkte B, aber weil ſie ſehr leicht iſt, und das meſſingne Hütchen mit dem Streiſe weit herunter reicht, ſo fällt doch der Schwerpunkt des Ganzen unter B, daß alſo die Nadel nicht fallen kan. Ueberdies wird ſie auch noch durch das dünne meſſingne Blatt FG, welches bey BB durchlöchert iſt, gehalten.

D. Ingenhouß (Vermiſchte Schriften, Th. I. S. 383. u. f.) erzählt verſchiedene Verſuche, der allzugroßen Beweglichkeit der Magnetnadeln abzuhelfen, welche bey der ſtarken Kraft, die man ihnen durch die neuern Methoden geben kan, für den Beobachter ſehr beſchwerlich iſt. Er hält endlich für das Beſte, ſie in einem flüßigen Mittel aufzuſtellen, wie etwa die Aſtronomen das Senkbley am Quadranten in Oel gehen laſſen. Daher ſchlägt er zur Magnetnadel ein Stahlröhrchen vor, das wegen ſeiner Höhlung auf feinem Leinöle ſchwömme. Aus der Mitte deſſelben müßten Spitzen herauf und herunter gehen, und in zwey Agathütchen ruhen, deren eines am Deckel, das andere am Boden des Compaſſes befeſtiget wäre, um die Nadel zu halten.

Oft wird auch die Magnetnadel gebraucht, um zu beſtimmen, ob in Subſtanzen, die man ihr nähert, einiger Magnetiſmus vorhanden ſey. Hiebey muß ſie ſehr geringe Grade von Magnetiſmus anzeigen, und daher ſo frey, als möglich, aufgehangen ſeyn. Cavallo fand dazu nach verſchiedenen Proben eine Kette von Pferdehaar bequem, die etwa aus fünf bis ſechs Gliedern beſtand, und an welche er die Nadel hieng. Jedes Glied hat ohngefähr $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmeſſer, und die Enden jedes Stückchens Haar, woraus ein Ring gebildet wird, ſind mit einem Knoten zuſammengebunden und mit Siegellak befeſtiget. Das oberſte Glied wird an einen Stift gehangen, und in das untere etwas feiner Silberdrath, woran ein Häckchen gebogen iſt, eingehängt. Dieſer Drath iſt etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, und mit dem untern Ende um ein kleines cylindriſches Stückchen Kork gebunden, wodurch eine magnetiſirte Nähnadel horizontal durchgeſteckt iſt. Wegen der Glätte und Leichtigkeit des Haares bewegen ſich die Glieder der Kette ſehr frey in einander, und die Nadel ſtellt ſich ganz genau wieder in die gehörige Richtung, wenn ſie auch durch Schütteln aus derſelben gebracht worden iſt.

Herr van Swinden zeigt, daß Nadeln oder viereckigte magnetiſche Prismen, wenn ſie auſſerhalb des Mittelpunkts ihrer Bewegung unterſtützt werden, ſich nur dann im magnetiſchen Meridian erhalten können, wenn ihre Pole gleich ſtark ſind. Sind hingegen die Pole ungleich, ſo weicht die Nadel vom magnetiſchen Meridian deſto mehr ab, je größer die Ungleichheit der Pole und je weiter die Nadel vom Mittelpunkte der Bewegung entfernt iſt; doch giebt es in dieſer Entfernung ein Maximum, über welches hinaus die Abweichung wieder kleiner wird. Er will auch die Nadeln nicht durchlöchert wiſſen, und den Gebrauch der Hüte nicht zulaſſen; er thut ſie vielmehr in ein Behältniß, welches an einem Ringe hängt, und worinn ſie auf einer Spitze ruhen.

Von der Art, die Magnetnadeln zum Gebrauch der Schiffarth, ingleichen zu den Beobachtungen der Ab-

weichung und Neigung einzurichten, ſ. die Worte: **Compaß, Abweichung, Neigung der Magnetnadel.**

Daß man bey den Beobachtungen der Magnetnadel alles Eiſen entfernen müſſe, fällt von ſelbſt in die Augen. Auſſerdem wirken auch noch andere äuſſere Urſachen auf ihren Stand. **Briſſon** führt eine Beobachtung an, daß im Jahre 1724 unter 41° 10′ nördlicher Breite und 28° Grad Länge vom Cap Henri in Virginien die Nadel auf eine Stunde lang ſo unruhig geworden ſey, daß man ſie durch kein Mittel habe zum Stillſtande bringen und zur Beſtimmung des Weges nützen können; ingleichen, daß nach **Ellis** Nachricht in ſeiner Reiſe nach der Hudſonsbay die Kälte den Nadeln ihre Kraft völlig genommen habe. Auch wirken Elektricität und Nordlicht auf die Richtung der Nadel.

v. Muſſchenbroek Introd. ad Philoſoph. nat. To. I. §. 966.

Tib. Cavallo theoret. und praktiſche Abhandl. der Lehre vom Magnet, a. d. engliſch. Leipzig, 1788. gr. 8. S. 89. u. f. 168. u. f.

Briſſon Dict. raiſ. de phyſique Art: *Aiguille aimantée.*

Malleabilität, ſ. Dehnbarkeit.

Manometer, Dichtigkeitsmeſſer, Manometrum, *Manomètre.* Ein Werkzeug zu Abmeſſung der Veränderungen, welche die Luft in Anſehung ihrer Dichtigkeit leidet. Wäre die ſpecifiſche Federkraft der Luft immer gleich groß, mithin ihre Dichte ſtets dem Drucke proportional, ſo würde das Barometer mit dem Drucke zugleich die Dichte der Luft angeben. Dies findet aber nicht ſtatt, weil ſich die ſpecifiſche Elaſticität durch Wärme, Feuchtigkeit und chymiſche Miſchung ändert, ſ. **Luft.** Man bedarf alſo eigner Werkzeuge, um die Dichte der Luft an ſich zu meſſen, und nennt dieſelben **Manometer,** wofür **Wolf** den unſchicklichen Namen **Luftmeſſer** vorſchlägt.

Das erſte, und noch immer das vollkommenſte Werkzeug dieſer Art, beſchrieb **Otto von Guericke** ſchon im Jahre 1661 in einem Briefe an den **P. Schott** (ſ. deſſen Technica curioſa, Herbip. 1664. 4. L. I. c.21.), und dann auch in ſeinen Verſuchen über den luftleeren Raum (Exp. noua de vacuo ſpatio p. 114.). **Boyle** (Philoſ. Trans. no. 14. p. 231. ingleichen in der Hiſt. frigoris tit. 14.) machte es als ſeine Erfindung bekannt. Beyde aber verkannten noch die wahre Abſicht deſſelben; Guericke hielt es für ein Barometer, und Boyle legt ihm den Namen eines **ſtatiſchen Baroſkops** bey.

Eine küpferne Kugel, etwa von einem Schuh Durchmeſſer, wird, ſo viel möglich, von Luft geleeret, und dann feſt verküttet. So hängt man ſie an einen empfindlichen Wagbalken, und bringt ſie ins Gleichgewicht mit einem am andern Ende hängenden Gegengewichte, das ſo klein, als möglich, iſt. Man kan alsdann den Raum, den das Gegengewicht in der Luft einnimmt, für unbeträchtlich halten, mithin annehmen, es bleibe immer gleich ſchwer. Die Kugel hingegen, die einen weit größern Raum einnimmt, wird von ihrem wahren Gewichte ſo viel verlieren, als die Luft wiegt, die ſie aus der Stelle treibt, ſ. Gewicht, d. i. **mehr**, wenn die Luft dichter, **weniger**, wenn ſie dünner wird. So wird in dünnerer Luft die Kugel, in dichterer das Gegengewicht einen Ausſchlag geben, den man entweder durch zugelegte kleine Gewichte, oder durch einen oben an der Wage befeſtigten und in Grade getheilten Kreisbogen abmeſſen kan. Bey der letztern Einrichtung muß vorher durch Verſuche ausgemacht ſeyn, wieviel Gewicht jeder Grad des Ausſchlags am Kreisbogen anzeige. Kennt man nun das Gewicht der Luft unter dem Raume der Kugel bey demjenigen Zuſtande des Luftkreiſes, bey welchem das Inſtrument verfertiget ward, ſo giebt die Größe des Ausſchlags zu jeder andern Zeit den Theil davon an, um welchen die Dichte der Luft größer oder geringer iſt; hätte z. B. die Luft, die das Volumen der Kugel ausfüllt, bey Verfertigung des Manometers 704 Gran gewogen, und gäbe jetzt das Gegengewicht 6 Gran Aus-

ſchlag, ſo wäre die jetzige Dichte der Luft um $\frac{6}{704}$ größer, als die anfängliche, oder ſie verhielte ſich zur letztern, wie 710: 704, d. i. wie $\frac{710}{704}$ zu 1.

Daß die Kugel luftleer ſey, iſt nicht unumgänglich nöthig, es erleichtert aber die Beſtimmung der jedesmaligen Dichte, welche dadurch auf die eben angezeigte Rechnung gebracht wird, da man ſonſt noch auf das Gewicht der Luft in der Kugel Rückſicht nehmen müſte. Auf dieſe Art hat Halley Verſuche angeſtellt (Act. Erud. Suppl. To. II. Sect. 9. p. 435.) und gefunden, daß die Luft in England bey der gröſten Sommerwärme um $\frac{1}{11}$ dünner, und bey der gröſten Winterkälte um $\frac{1}{20}$ dichter ſey, als bey den mittlern Temperaturen, wobey aber nicht auf die Feuchtigkeit geſehen iſt. Eine ſehr vollkommne Einrichtung dieſes Guerikiſchen Manometers hat de Fouchy (Mém. de Paris, 1780. p. 73.) angegeben.

Varignon (Manomètre, ou machine pour trouver le rapport des raretés de l'air naturel, Mém. de Paris 1705. p. 300.) beſchreibt unter dieſem Namen ein Werkzeug, welches die verlangte Abſicht gar nicht erfüllet. Es beſteht aus einem lothrechten cylindriſchen Gefäße BC Taf. XVI, Fig. 42., an welches die im Zikzak gebogne Glasröhre CD EFG angeſchmolzen iſt, die ſich in ein bey A ofnes Gefäß endigt. In BC iſt Luft, und in der Röhre CDEFG Waſſer. Wenn man durch ein Zeichen bey D bemerkt, wo das Waſſer zur Zeit der Verfertigung ſtand, ſo kennt man den Raum BCD, den die eingeſchloßne Luft bey ihrer damaligen Dichtigkeit füllte. Aendert ſich nun ihre Dichte, ſo wird ſie ſich dem gemäß ausbreiten oder zuſammenziehen, welches man durch das Vor- oder Rückwärtsgehen der Waſſerfläche bey D wahrnimmt. Daher zeigt dieſes Inſtrument die Dichte der in BCD eingeſchloßnen Luft, die ſich aber nicht, wie Varignon vorausſetzt, auf gleiche Art mit der Dichte der äuſſern Luft ändert. Denn, obgleich die Wärme der Luft in BCD mit der Wärme der äuſſern einerley iſt, ſo iſt doch dieſes nicht der Fall mit den übrigen Urſachen, welche die ſpecifiſche Elaſticität der äuſſern Luft än-

dern, nemlich der Feuchtigkeit und innern Miſchung. Das Inſtrument iſt auch noch darum mangelhaft, weil das Waſſer nicht immer in beyden Schenkeln gleich hoch ſteht, und weil die Wärme bey BC nicht ſchnell genug durchs Glas dringt; daher es kaum den Namen eines Manometers verdient. **Wolf** (Nützl. Verſ. Th. II. Cap. 4. §. 54.) ſchlägt eine andere Einrichtung deſſelben vor, wobey Queckſilber ſtatt des Waſſers gebraucht wird, und die Queckſilberflächen in langen horizontalen Röhren hin und her gehen: aber auch dieſe Anordnung behält den Fehler, daß ſie nur die Dichte der eingeſchloßnen, nicht der äuſſern, Luft anzeigt.

Zu Beſtimmung der Dichte der äuſſern atmoſphäriſchen Luft bleibt alſo das guerickiſche Manometer noch immer das beſte Werkzeug. Bey manchen Verſuchen aber erfordert die Abſicht, Dichten eingeſchloßner **Luft** zu meſſen. Alsdann könnte man Varignons Manometer gebrauchen; aber weit bequemer bedient man ſich hiezu des Amontoniſchen Luftthermometers, ſ. **Thermometer.** So verfuhr **William Roy** (Philoſ. Trans. Vol. LXVII. P. II. no. 34.) bey ſeinen Verſuchen über die Ausdehnungen der Luſt durch die Wärme. Seine ſogenannten Manometer beſtanden aus einer Kugel mit einer ofnen Glasröhre; in der Röhre ward ein wenig Queckſilber durch die Luft in der Kugel hin und her getrieben; dies gab, wenn alle Verſuche bey einerley Barometerhöhe angeſtellt wurden, Dichte der eingeſperrten Luft bey gleichem Drucke an.

Herr **de Sauſſure** (Eſſais ſur l'hygrometrie, §. 109. p. 147.) giebt den Namen **Manometer** einem gewöhnlichen Barometer, das er in eine große gläſerne Kugel einſchloß, um die Elaſticität der darinn eingeſperrten Luft bey verſchiedenen Graden der Wärme und Feuchtigkeit zu meſſen. Weil er alſo nicht Dichte, ſondern Federkraft, abmaß, ſo wäre wohl der Name Elaterometer ſchicklicher geweſen, welcher überhaupt einem jeden Barometer zukömmt, indem der Druck der Luft, den es zeigt, mit ihrer abſoluten Elaſticität einerley iſt.

Wolf Nützl. Verſ. Th. II. Cap. 4.

Karſten Lehrbegrif der geſ. Math. III. Theil, Aeroſtatik, VII Abſchn.

Mariottiſches Geſetz, ſ. Luft.

Mars, Mars, *Mars.* Der Name eines von den ſechs Sternen, welche ihren Stand unter den Fixſternen täglich ändern, ſ. Planeten. Mars zeichnet ſich unter denſelben durch ſein feuerrothes Licht und durch ſeine veränderliche Größe beſonders aus. Wenn er der Sonne gegenüber ſteht, und um Mitternacht im Mittagskreiſe geſehen wird, zeigt er ſich in einer anſehnlichen Größe, deſto kleiner hingegen, wenn er bey der Sonne ſteht. Was ſeine eigne Bewegung von Abend gegen Morgen betrift, ſo eilt er in derſelben, wenn er bey der Sonne geſehen wird, am ſchnellſten fort; wenn er aber der Sonne faſt gegenüber kömmt, ſteht er ſtill, und geht endlich 75 Tage lang über 10 Grad weit zurück. Mit dieſen Abwechſelungen vollendet er ſeinen ſcheinbaren Umlauf um den ganzen Himmel in 1 Jahre und 322 Tagen. Dies ſind aber Erſcheinungen, die von der Bewegung der Erde abhängen, und von denen ſein wahrer Lauf ſehr weit unterſchieden iſt.

Nach den Lehren der theoriſchen Aſtronomie iſt Mars einer von den obern Planeten, deren Bahnen um die Sonne die Erdbahn umſchließen. Er iſt der Ordnung nach, von der Sonne aus gerechnet, der vierte Planet, und ſeine Bahn fällt zwiſchen die Bahnen der Erde und des Jupiters, doch ſo, daß ſie der Erdbahn weit näher, als dem Wege des Jupiters, liegt. Sie iſt, wie alle Planetenbahnen, elliptiſch, und ihre Ebne macht mit der Ebne der Erdbahn einen Winkel von 1° 51′.

Die Eccentricität der Marsbahn iſt nicht unbeträchtlich. Sein gröſter Abſtand von der Sonne verhält ſich zum kleinſten etwa wie 17 zu 14. Dieſe merkliche Abweichung von der Kreisgeſtalt, und die Nähe dieſer Bahn an der Erde veranlaßte, daß die elliptiſche Form der Planetenbahnen am Mars zuerſt entdeckt ward, ſ. Kepleriſche Regeln. Im mittlern Abſtande iſt Mars von der Sonne ohngefähr 1½ mal (genauer 1,524 mal) weiter, als die

Erde entfernt. Man kan alſo ſeine Bahn mit einem Kreiſe vergleichen, deſſen Halbmeſſer $1\frac{1}{2}$ mal größer, als der Halbmeſſer der Erdbahn, iſt, deſſen Mittelpunkt aber nicht in die Sonne ſelbſt fällt, ſondern von ihr um $\frac{14}{100}$ oder um $\frac{1}{7}$ des Halbmeſſers der Erdbahn abſteht.

Dieſe Bahn durchläuft der Planet in 686 Tagen, 22 Stunden, 18 Min. 27 Sec. oder in ohngefähr 1 Jahr, 322 Tagen ſo, daß er, im Durchſchnitt genommen, täglich 31′ 26″ 40‴ ſeines Kreiſes zurücklegt. Hieraus und aus der Größe dieſes Kreiſes läſt ſich berechnen, daß er in jeder Zeitſecunde $6\frac{1}{2}$ Stunden Weges durchläuft.

Aus den Bewegungen ſeiner Flecken hat Caſſini ſchon 1666 und nachher Maraldi (Mém. de Paris, 1704.) geſchloßen, daß er ſich in 24 Stunden 40 Min. um ſeine Axe drehe, und daß dieſe auf der Fläche ſeiner Bahn faſt ſenkrecht ſtehe. Herr Herſchel aber (ſ. Bode aſtronom. Jahrb. für 1787. S. 212.) hat durch neuere genaue Beobachtungen die Stellung der Axe weit ſchiefer gefunden. Sie neigt ſich nach ihm gegen die Ekliptik um 59° 42′ nach 17° 47′ ♓ zu, ſo daß der Winkel des Marsäquators mit der Marsbahn, oder die Schiefe der Ekliptik im Mars 28° 42′ beträgt. Auch findet er, daß dieſe Umdrehung dem Mars eine ſphäroidiſche Geſtalt gegeben habe, deren Aequatorialdurchmeſſer ſich zur Axe, wie 16 zu 15, verhält.

Der ſcheinbare Durchmeſſer dieſes Planeten beträgt, wenn er der Sonne gegen über geſehen wird, auf 30 Secunden, in den mittlern Weiten aber iſt er weit kleiner, und nicht viel über 10 Secunden. Nach Herſchels neuern Abmeſſungen würde der Aequatorialdurchmeſſer des Mars, aus derjenigen Entfernung betrachtet, in welcher ſich die Erde von der Sonne befindet, 9″ 8‴ betragen. In eben dieſer Weite aber erſcheint der Durchmeſſer der Sonne 31′ 57″, d. i. 210mal größer. Man kan alſo ſchließen, daß Mars im Durchmeſſer 210mal kleiner, als die Sonne ſey, oder daß ſein Durchmeſſer nur 0,504, d. i. wenig über die Helfte des Durchmeſſers der Erde betrage. Aeltern Abmeſſungen zufolge nahm man ſonſt den ſcheinbaren Durchmeſſer in der Entfernung der Erde von der Sonne 11″, 4, alſo den wahren

Durchmeſſer nur 168mal kleiner, als den der Sonne, oder 0, 67, d. i. über $\frac{2}{3}$ des Durchmeſſers der Erde an. Aber die Herſchelſchen Werkzeuge verdienen bey Abmeſſungen ſo kleiner Größen weit mehr Zutrauen.

Den ältern Beſtimmungen nach betrüge der körperliche Raum des Mars $\frac{3}{10}$ (nach Herſchel wenig über $\frac{1}{8}$) von dem Inbegriffe der Erdkugel. Die Gravitation anderer Körper gegen ihn, iſt aus den Störungen, welche ſein Einfluß in dem Laufe anderer Planeten macht, nicht ſicher zu ſchließen, weil dieſe Störungen äuſſerſt gering ſind. **De la Lande** ſetzt ſie etwa $\frac{1}{5}$ von der Gravitation gegen die Erde, in gleicher Entfernung. So hätte dieſer Planet 5mal weniger Maſſe, als die Erde, ſeine Dichtigkeit wäre etwas über $\frac{2}{3}$ (nach Herſchel 1, 7) von der Dichtigkeit der Erde, und die ſchweren Körper fielen auf ſeiner Oberfläche in einer Secunde durch 7 Fuß (nach H. durch 12 Fuß).

Theilt man den mittlern Abſtand der Sonne von der Erde (12000 Erddurchmeſſer) in 1000 Theile, ſo iſt Mars in der Sonnenferne um 1665, und in der Sonnennähe um 1382 ſolcher Theile von der Sonne entfernt. Sein kleinſter Abſtand von uns, wenn er der Sonne entgegengeſetzt, und in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne iſt, beträgt 1382 — 1017 = 365 ſolcher Theile. Sein gröſter Abſtand hingegen, wenn er hinter der Sonne ſteht, und in der Sonnenferne, die Erde aber auch in der Sonnenferne iſt, hat 1665 + 1017 = 2682 Theile, jeden zu 12 Erddurchmeſſern. Sein kleinſter Abſtand von uns verhält ſich alſo zum gröſten, wie 365 zu 2682, d. i. faſt wie 1 zu $7\frac{1}{3}$, daher auch ſeine ſcheinbare Größe ſo veränderlich iſt, und von 4 Sec. bis zu 30 Sec. im Durchmeſſer abwechſelt.

Seine geringſte Entfernung von uns macht 4380, die gröſte 32184 Erddurchmeſſer aus.

Da Mars von auſſen um die Erdbahn umläuft, alſo nie zwiſchen Sonne und Erde kömmt, ſo können wir niemals die von der Sonne abgekehrte Helfte ſeiner Kugel ganz ſehen. Vielmehr kehrt er uns ſowohl, wenn er der Sonne gegenüber, als auch, wenn er hinter ihr ſteht, eben die Seite zu, welche von der Sonne erleuchtet wird. Aber in

den Stellen, wo er 90° von ihr entfernt iſt, kömmt uns ein Theil der abgewendeten Helfte zu Geſicht. Alsdann erſcheint dieſer Planet nicht völlig rund, ſondern etwa wie der Mond 3 Tage vor oder nach dem vollen Lichte. Dies iſt inzwiſchen genug, um zu beweiſen, daß er ein dunkler Körper, und blos von der Sonne erleuchtet ſey.

Von einem Trabanten des Mars, der ſich wohl vermuthen ließe, iſt bisher nichts bekannt geworden.

Die dunkeln Flecken des Mars ſind ſehr groß, obwohl nicht allemal deutlich begrenzt, und verändern oft ihre Geſtalt. **Herſchel** giebt ihm eine ſtarke, aber gemäßigte Atmoſphäre, ſo daß ſich deſſen Bewohner faſt in eben dem Zuſtande, wie wir, befinden.

Die Aſtronomen bezeichnen dieſen Planeten mit ♂.

Bode kurzgefaßte Erläut. der Sternkunde. Berlin, 1778. 8. an mehrern Stellen.

Eb. aſtronomiſches Jahrbuch auf 1787. S. 212 u. f.

Maſchinen, Machinae, *Machines*. Veranſtaltungen, wodurch man Bewegungen mit Vortheil hervorbringt. Der Vortheil liegt entweder in der Größe der Kraft, oder in der Geſchwindigkeit der Bewegung, d. i. man braucht die Maſchine, um eben dieſelbe Bewegung entweder mit geringerer Kraft, oder durch eine langſamere Bewegung hervorzubringen, als ſonſt möglich wäre. So iſt bey der Hebelade, dem Flaſchenzuge rc. die Abſicht auf Erſparung der Kraft, hingegen beym Wurfhebel, den Mühlen, Uhrwerken rc. auf Erhaltung einer größern oder einer beſtimmten Geſchwindigkeit gerichtet.

Im praktiſchen Theile der Statik und Mechanik, der **Maſchinenlehre**, werden die Maſchinen in **einfache** und **zuſammengeſetzte** abgetheilt. Die einfachen, in ſofern ſie zu Erſparung der Kraft angewendet werden, heiſſen auch **einfache Hebzeuge, Rüſtzeuge, Potenzen**: Verbindung mehrerer einfachen zum Vortheile der Kraft oder Geſchwindigkeit giebt zuſammengeſetzte Maſchinen.

Die Kenntniß der einfachen Maſchinen, und ihrer erſten Gründe iſt dem Phyſiker unentbehrlich. **Pappus**

(Collect. mathem. L. VIII.) führt deren fünf an, den Hebel, die Radwelle, die Scheibe, die Schraube und den Keil, von welchen beſondere Artikel dieſes Wörterbuchs handlen. Man kan noch die ſchiefe Fläche hinzuſetzen, ſ. **Schiefe Ebne.** Ihre Gründe laſſen ſich ſämtlich auf die Theorie des Hebels bringen. Die zuſammengeſetzten Maſchinen und ihre Abſichten ſind unzählbar. Abbildungen und Beſchreibungen vieler Maſchinen haben **Zeiſing** (Theatrum machinarum, Leipz. 1673. in längl. 4.) und **Leupold** (Theatr. machinarum, in 8 Foliobänden mit verſchiedenen Titeln, Leipzig, v. 1724 — 1727.) geſammlet.

In der ganzen Maſchinenlehre herrſcht durchgängig der Grundſatz, daß man nie an Kraft und Geſchwindigkeit zugleich gewinnen kan, ſondern ſtets an dem einen eben ſoviel verlieren muß, als man am andern gewinnt.

Oft legt man den Namen der Maſchinen in weitläuftigerm Sinne auch ſolchen Veranſtaltungen bey, deren Abſicht nicht eben auf Verſtärkung der Kraft oder Geſchwindigkeit der Bewegung gerichtet iſt. Sie ſollten eigentlich **Inſtrumente, Werkzeuge, Geräthſchaften** rc. genannt werden. So heißt z. B. der verſchloßne Digeſtor Papins Maſchine; die Glasgeräthſchaft zu Bereitung der Sauerwaſſer, Parkers Maſchine u. ſ. w. Auch einige Arten der Luftpumpe haben keine eigne Anſtalt zu Verſtärkung der Kraft, obgleich die Luftpumpen überhaupt den Namen der pnevmatiſchen Maſchinen führen. Solcher Maſchinen kommen in der phyſikaliſchen Experimentalgeräthſchaft ſehr viele vor. Werkzeuge, die blos zu Abmeſſungen dienen, können nie Maſchinen genannt werden.

Maſchine zur Centralbewegung, ſ. **Centralmaſchine.**

Maſchine zu Compreſſion flüßiger Materien, ſ. **Compreſſionsmaſchine.**

Maſchine, durch Dämpfe bewegt, ſ. **Dampfmaſchine.**

Maſchine zu Erregung der Elektricität, ſ. **Elektriſirmaſchine.**

Maſchine, durch Feuer bewegt, ſ. Dampfmaſchine.

Maſchine, Funicular- ſ. Vera's Maſchine.

Maſchine des Mariotte, ſ. Percuſſionsmaſchine.

Maſchine des Papinus, ſ. Papiniſche Maſchine.

Maſchine, Parkers, zu Bereitung der Mineralwaſſer, ſ. Parkers Maſchine.

Maſchine, Potenzen- ſ. Potenzen.

Maſchine, Segners, ſ. Segners hydrauliſche Maſchine.

Maſchine zu Verdünnung der Luft, ſ. Luftpumpe.

Maſchine zu Verſuchen über den Stoß, ſ. Percuſſionsmaſchine.

Maſchine des Vera, ſ. Vera's Maſchine.

Maſſe, Maſſa, *Maſſe*. Unter der Maſſe eines Körpers verſteht man die Menge ſeiner undurchdringlichen Materie. Zwar ſind unſere Begriffe von der Materie ſelbſt dunkel, und die Weltweiſen machen ſich davon ſehr verſchiedene Vorſtellungen, unter welchen jedoch das atomiſtiſche Syſtem mit dem allgemeinen ſinnlichen Scheine am meiſten übereinſtimmt, ſ. Materie. Wenn wir alſo in der Phyſik, wie billig, bey dieſem Scheine ſtehen bleiben, und auch die Atomen oder erſten Theilchen der Materie für ausgedehnt und undurchdringlich annehmen, ſo können wir uns jeden Körper als eine Summe ſolcher Atomen vorſtellen, deren Anzahl alsdann die Maſſe deſſelben ausmacht.

Nun iſt es zwar unmöglich, dieſe Anzahl anzugeben, und alſo die Maſſe eines Körpers beſtimmt abzumeſſen. Dennoch giebt es ein Mittel, Verhältniße ſolcher Anzahlen in verſchiedenen Körpern zu beſtimmen und dadurch ihre Maſſen zu vergleichen. Denn, wenn die Schwere allen Atomen oder Theilen der Materie eigen iſt, und das Gewicht eines jeden Körpers aus der Summe der Beſtrebungen beſteht, womit alle ſeine Theile fallen wollen, ſo äſt ſich hieraus folgern, daß ſich die Mengen der materiel-

len Theile zweener Körper, oder ihre **Maſſen**, wie die Gewichte derſelben, verhalten.

Die Erfahrung ſtimmt hiemit vollkommen überein. Man kan das Gewicht eines Körpers nicht anders vergrößern, als wenn man mehr Materie hinzubringt, nicht anders vermindern, als wenn man Theile ſeiner Materie hinwegnimmt. Aenderung der Form, Erweiterung oder Zuſammenziehung des Raums u. dgl. ändern nichts am Gewichte, wofern nur die Menge der Materie die vorige bleibt.

Einige Phyſiker glauben zwar, daß es Materien ohne Schwere gebe, und ſchränken daher alle dieſe Sätze blos auf die Menge der **ſchweren Materie** in den Körpern ein. Es iſt auch wahr, daß die Erfahrungen, worauf ſich die gedachten Sätze gründen, blos von ſchwerer Materie gelten: allein dies kömmt nur daher, weil wir überhaupt keine andere, als ſchwere Materie, aus Erfahrung kennen. Stoffe, die wirklich als materiell d. h. als ausgedehnt und undurchdringlich in unſere Sinne fallen, ſie mögen in feſter oder flüßiger, in tropfbarer oder elaſtiſcher Form, in Dampfgeſtalt oder in Luftgeſtalt vorhanden ſeyn, ſind ſämmtlich **ſchwer**; diejenigen aber, deren Schwere man bezweifelt, z. B. Aether, Lichtmaterie, Wärmeſtof, Phlogiſton, elektriſche und magnetiſche Materie ꝛc. ſind überhaupt gar nicht aus klaren Erfahrungen bekannt: ihr Daſeyn wird nur angenommen oder geſchloßen, weil ſich ſonſt gewiße Erſcheinungen nicht wohl erklären laſſen. Es iſt alſo ſehr natürlich, daß uns alle Erfahrungen über ihre Schwere mangeln, weil ſie uns ſogar über ihr wirkliches Daſeyn fehlen.

Dies berechtiget nun wohl noch nicht zu Ausnahmen von dem allgemeinen Satze, daß alle bekannte Materie ſchwer ſey. Die genannten hypothetiſchen Stoffe müſſen ohnehin aus andern Gründen ſo fein und von ſo geringer Dichte angenommen werden, daß ihr Gewicht bey allen unſern Verſuchen immer unmerklich bleiben müſte, ſelbſt wenn ſie ſchwer wären. Hiezu kömmt noch, daß das Gewicht der Körper mehrentheils im luftvollen Raume beſtimmt wird, wo die **fremdartigen Materien**, die ſich in den Zwiſchenräumen der Körper aufhalten, von der Luft getra-

gen werden, und alſo nicht mit wiegen, oder wohl gar (wenn ſie eingeſchloßen und ſpecifiſch leichter, als die Luft, ſind) gehoben werden, und das Gewicht der Körper zu vermindern ſcheinen. Es würde ſehr falſch ſeyn, aus einem ſolchen Phänomen zu ſchließen, daß es in der dem Körper zugehörigen **Materie** Theile ohne Schwere gebe.

Noch mehr ſtreitet es mit der allgemeinen Erfahrung, wenn man gewiſſen Materien eine ſogenannte **abſolute Leichtigkeit** oder ein der Schwere entgegengeſetztes Beſtreben, ſich von der Erde zu entfernen, beylegen will. Was ſollte alsdann die gänzliche Entweichung ſolcher Materien von unſerm Erdballe verhindern? Ihre Vereinigung und Verwandtſchaft mit den übrigen ſchweren Materien iſt dazu nicht hinreichend. Die Natur bewirkt ja ſo viele Zerſetzungen der Körper, bey welchen dieſe an ſich leichten Stoffe von ihren Verbindungen frey werden. In dieſem freyen Zuſtande müſten ſie doch ihrem eignen Beſtreben, zu ſteigen, ungehindert folgen, und dadurch endlich bis über die Grenzen des Luftkreiſes erhoben werden. So würden ſich endlich Wärmeſtof, Phlogiſton ꝛc. vom Erdballe gänzlich verlieren. Die Phänomene, welche man durch dieſe Leichtigkeit erklären will, z. B. die Verminderung des Gewichts beym Phlogiſtiſiren, Reduciren der Metallkalke u. ſ. w. laſſen ja noch andere Erklärungen zu, ſ. **Phlogiſton, Wärme**, und nöthigen uns eben nicht, Materien anzunehmen, die aller Induction zuwider, gar keine oder eine negative Schwere beſitzen ſollten.

Die Gewichte der Körper geben unläugbar Verhältniße ihrer **ſchweren Maſſe**, und alſo, wenn alle Materie ſchwer iſt, auch ihrer **ganzen** Maſſe an. Man muß aber hiebey nicht die Gewichte im luftvollen Raume, welche blos relative ſind, vergleichen, ſondern die wahren Gewichte im luftleeren Raume, welche man findet, wenn man zu den vorigen das Gewicht der Luft, die der Körper aus der Stelle treibt, hinzuſetzt. Doch iſt das Gewicht dieſer Luft in den meiſten Fällen unbeträchtlich, und nur dann nicht zu vernachläßigen, wenn ſehr leichte Körper dennoch einen großen Raum einnehmen, ſ. **Gewicht**.

Heiſſen alſo zweener Körper Maſſen M und m, ihre Gewichte P und p, ſo iſt $M : m = P : p$, und es läßt ſich, wo es blos auf Verhältniße ankömmt, P für M, das Gewicht für die Maſſe, ſetzen, wovon man Beyſpiele bey den Worten: **Bewegung, Dichte, Schwere, ſpecifiſche** ꝛc. findet.

Alles, was auf dieſe Sätze gebaut iſt, d. h. ein großer Theil unſerer zuverläßigſten Kenntniße der Dichte, eigenthümlichen Schwere, und Bewegung der Körper, würde wegfallen, wenn es Materien von negativer Schwere gäbe. Hieße alsdann die ſchwere Materie eines Körpers M, die der Schwere entgegenſtrebende m, ſo würde ſich die Maſſe, wie $M + m$, das Gewicht wie $M - m$ verhalten. Die Schwere $= 1$ würde in dieſem Körper eine bewegende Kraft $= M - m$ hervorbringen; eine beſchleunigende Kraft f aber, die nach einer andern Richtung in die ſämtliche Maſſe wirkte, würde die bewegende Kraft $(M + m) f$ erzeugen. So würde man in der Formel $dv = 2 gf dt$ (ſ. **Kraft, beſchleunigende** Th. II. S. 800 u. 801) f nicht mehr $= \frac{P}{M}$ ſetzen können, welches den gröſten Theil der höhern Mechanik umſtoßen würde.

Materie, materieller Stof, körperlicher Stof, Materia corporum, *Matière, Matière des corps.* Dasjenige, woraus die Körper beſtehen, oder was dieſelben undurchdringlich macht. Mit dem Begriffe des Körperlichen iſt allezeit auch der Begrif der Ausdehnung verbunden; aber dieſer allein erſchöpft noch nicht das ganze Weſen des Körpers. Die Vorſtellung des Ausgedehnten bleibt noch in der Einbildungskraft zurück, wenn wir uns den Körper aus ſeinem Raume herausgenommen denken. Es gehört alſo zum Weſen des Körpers auſſer der Ausdehnung noch Etwas, das den Raum erfüllet, oder verurſacht, daß in eben dem Raume auſſer dem Körper nicht noch etwas anderes ſeyn kan. Dieſes Etwas nennen wir **Materie.**

Der allgemeine ſinnliche Schein ſtellt uns die Materie als ausgedehnt, undurchdringlich, theilbar und träg vor;

er belehrt uns auch, daß die Theile der Materie auf uns und auf einander ſelbſt, auch wir auf ſie, wirken, daß dieſe Wirkungen in Bewegung oder in Streben nach Bewegung beſtehen, daß dies Urſachen, die wir Kräfte nennen, vorausſetze u. ſ. w. Wir bemerken zugleich, daß die Thätigkeiten und Zuſtände unſers eignen Selbſt den Ideen, die wir von auſſen her durch die Materie empfangen, durchaus unähnlich ſind, und nach ganz andern Geſetzen erfolgen. Daher nennen wir unſer Selbſt einen Geiſt, unterſcheiden die Materie von uns, und von dem Selbſt anderer Menſchen, die eben daſſelbe Gefühl von Geiſtigkeit offenbaren, und theilen ſo die ganze Welt in geiſtige und materielle Dinge ein. Die Phyſik, welche blos die Eigenſchaften, Erſcheinungen und Geſetze des Materiellen nach dem allgemeinen ſinnlichen Scheine unterſucht, überläßt zwar alle Fragen über das wahre Weſen der Materie, über ihren Unterſchied von den geiſtigen Dingen, die Art ihrer Einwirkung auf den Geiſt, die Natur der Kräfte u. ſ. w. der Metaphyſik. Da doch aber die Materie einmal den Gegenſtand der Phyſik ausmacht, ſo wird es nicht ganz unſchicklich ſeyn, etwas von den Vorſtellungen anzuführen, welche ſich die Weltweiſen von dem Weſen derſelben und von der wahren Beſchaffenheit der Körperwelt gemacht haben.

Die Meinungen der älteſten Philoſophen ſcheinen dahin gegangen zu ſeyn, daß die materielle Welt aus Theilen beſtehe, in welchen lebendige und ſeelenartige Kräfte wohnten, die man als Theile und Ausflüße eines allgemeinen Weltgeiſtes betrachtete. Darinn vereinigen ſich die Behauptungen der meiſten philoſophiſchen Schulen Griechenlands. Sie erkannten die Materie für etwas aus Theilen zuſammengeſetztes, und nannten die Kräfte, die ſie dieſen Theilen zuſchrieben, Ποιοτητας, welches Wort Cicero (Quaeſt. Acad. I. 7 und De nat. Deor. II. 37.) durch qualitates überſetzt hat. Man wird ſich hieraus den Urſprung der in der ſcholaſtiſchen Philoſophie ſo häufig vorkommenden verborgnen Qualitäten, z. B. der Furcht für der Leere, des Bildungstriebs, und anderer der Natur beygelegten Neigungen, erklären können. Inzwiſchen ſtellte man ſich dieſe

Theile immer noch materiell und ausgedehnt vor, wie denn überhaupt der Begrif von reiner Einfachheit und Geiſtigkeit im ganzen Alterthum nicht vorkömmt, und ſelbſt die Weltſeele entweder blos materiell oder als eine in feine Materie eingekleidete Denkkraft angenommen wird.

Leucipp und **Demokrit** unternahmen es, die Körperwelt ohne Weltgeiſt, und ohne ſolche von ihm abſtammende Kräfte zu erklären. Sie ſetzten dabey einen leeren Raum voraus, und leiteten das übrige blos aus erſten kleinſten Theilen oder Atomen her, denen ſie nichts weiter, als die allgemeinen Eigenſchaften der Materie, Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Schwere und Bewegung, beylegten. Daher ſagt **Diogenes** (De vit. philoſ. IX. 72.) vom **Demokrit**, er habe die ποιοτητας aus der Phyſik vertrieben. Darinn beſteht auch allein das Eigne dieſer ſogenannten **atomiſtiſchen Philoſophie** (phyſica corpuſculáris), welche nachher von der epikureiſchen Schule angenommen, und von **Lucrez** in dem Gedichte De rerum natura mit vielen Zuſätzen vorgetragen worden iſt. Denn die Idee, daß die materielle Welt aus erſten Theilen beſtehe, iſt, wie **Cudworth** (Syſtem. intellect. ex edit. *Moshemii.* Jenae 1733. fol. To. I. p. 9.) erweiſet, weit älter, als Leucipp, und mehrern Schulen mit der epikureiſchen gemein geweſen. Der Unterſchied liegt nur darinn, daß die Epikuräer dieſe Atomen für nichts weiter, als Materie, erklärten, da ihnen die übrigen gewiſſe lebendige Kräfte beylegten. Daß **Auguſtin** (Epiſt. 56.) dem Demokrit die Meinung von beſeelten Atomen beylegt, kömmt von einer übel verſtandnen Stelle des **Cicero** (De nat. Deor. I. 38.) her, welche ſich auf die ειδωλα dieſes Weltweiſen, und gar nicht auf die Atomen, bezieht. Daß dieſes Syſtem von Epikur und Lucrez mit Ideen verbunden ward, welche auf den Atheiſmus führten, iſt zufällig, und kan dem Hauptbegriffe deſſelben nicht zum Vorwurfe gereichen. **Gaſſendi** hat es hievon zu reinigen, den leeren Raum gegen die Peripatetiker zu vertheidigen, und die Phyſik ganz mechaniſch aus den Figuren und andern Eigenſchaften blos materieller Atomen

herzuleiten geſucht, wodurch die neuere atomiſtiſche Phyſik entſtanden iſt.

Descartes, deſſen Philoſophie ſo ſchön von dem Bewußtſeyn unſerer eignen Denkkraft ausgeht, unterſchied genau das Geiſtige oder durchaus Einfache von dem Materiellen, und ſetzte das Weſen dieſes letztern ganz allein in die Ausdehnung. Er lehrt uns den Anfang der Betrachtungen damit machen, daß wir an allem, was auſſer uns iſt, zweifeln. In dieſem Augenblicke, ſagt er, wiſſen wir nichts gewiß, als das Cogito, ergo ſum. Wir fühlen, daß Ausdehnung, Figur, Bewegung, und was ſonſt den Körpern zugehört, zu unſerm Selbſt nicht gehöre, weil dieſes letztere blos in der Denkkraft beſteht, von der wir ſchon überzeugt ſind, indem wir an allem andern noch zweifeln. So wird der weſentliche Unterſchied zwiſchen Geiſt und Körper ein Hauptſatz ſeines Syſtems, dem man den Namen des Dualiſmus gegeben hat, weil es alle Weſen in die zwo ganz verſchiednen Claſſen ,der geiſtigen und körperlichen eintheilet.

So, wie nun Descartes das Weſen der Geiſter in die reine Einfachheit ſetzt, ſo nimmt er die Materie als zuſammengeſetzt an aus Theilen, die zwar in der Wirklichkeit untheilbar oder Atomen, im Verſtande aber noch theilbar, oder ausgedehnt ſind. Ausdehnung iſt ihm ſo ganz einerley mit Materie, daß er alles Ausgedehnte ohne Materie, allen leeren Raum, ſchlechterdings läugnet, ſ. Leere. Wenn man, ſagt er, die körperliche Subſtanz von der Ausdehnung oder Größe trenne, ſo bleibe entweder gar keine Subſtanz mehr, oder doch nur ein verworrener Begrif von geiſtiger Subſtanz übrig; der wahre Begrif von körperlicher Subſtanz bleibe immer da, wo man die Größe oder Ausdehnung hinſetze (Princip. Philoſ. L. II. §. 9 ſqq.). Er läßt alſo den Schöpfer ſeine Welt aus einem harten Stoffe bilden, den die Allmacht in Theile von unendlich verſchiedenen Geſtalten zerſchlägt und in Bewegung ſetzt. Das übrige ſ. bey dem Worte: Erdkugel (Th. II. S. 54.).

Dieſes Syſtem des Descartes gehört ebenfalls zu den atomiſtiſchen, in ſofern die letzten darinn angenommenen

Theilchen einerley Weſen mit der Materie ſelbſt haben. Dennoch ſind dieſe Theilchen von den Atomen der Alten, wie ſich Descartes ſelbſt (Princ. IV. 202.) ausdrückt, darinn unterſchieden, daß ſie an ſich noch theilbar ſind, daß ſie ſich in keinem leeren Raume befinden, daß ihnen die Schwere nicht eigen iſt, ſondern erſt durch ihre Lage und Bewegung gegen andere Körper beſtimmt wird, und daß endlich die Entſtehung der Welt aus ihnen ganz anders, als bey den Alten, hergeleitet werden muß. Das hypothetiſche und erfahrungswidrige des phyſikaliſchen Theils von dieſem Syſteme iſt an mehrern Stellen dieſes Wörterbuchs gezeigt worden: der metaphyſiſche Theil läſt die Schwierigkeit zurück, daß die Ausdehnung ſelbſt nur ein Schein der Sinnen iſt, und daß die Verknüpfung zwiſchen geiſtigen und materiellen Dingen im carteſianiſchen Dualiſmus äuſſerſt ſchwer zu erklären bleibt, daher auch Descartes ſelbſt hiezu eine beſtändige Aſſiſtenz der Gottheit anzunehmen genöthiget war.

Newton hat ſich zwar nie in das Gebiet der Metaphyſik gewagt; inzwiſchen äuſſert er doch an einigen Stellen ſeiner Schriften, daß er die Materie für eine Zuſammenhäufung kleinſter Theilchen erkenne, welche ſelbſt materiell und ausgedehnt ſind, und durch eine Kraft, deren Natur er unentſchieden läßt, ſehr ſtark untereinander zuſammen hängen, ſ. Cohäſion (Th. I. S. 517.). Hierauf führen auch die von ihm angegebnen Naturgeſetze, z. B. daß ſich die Gravitation nach der Maſſe oder Menge der materiellen Theile des anziehenden Körpers, und jede bewegende Kraft nach der Maſſe des bewegten Körpers richtet, u. ſ. w. So gehört Newtons Phyſik ebenfalls zu den atomiſtiſchen Syſtemen, welche den erſten Theilen der Materie Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Härte und Trägheit beylegen. Uebrigens beſtreitet dieſer große Lehrer der Phyſik den vollen Raum des Descartes, und den falſchen Begrif, daß Materie nichts weiter als Ausdehnung ſey, erweiſet die Anziehung als allgemeines Phänomen der Körperwelt, läſt aber ihre Urſache und die Natur der Kräfte überhaupt unentſchieden, und wagt ſich noch weniger an die Erklärung des groſſen Geheimnißes, wie Materie und Geiſt in einander wir

ken, oder wie, nach Hallers Ausdrucke, Weſen fremder Art der Seelen Werkzeug ſind.

In der That bleibt auch der Phyſiker, der ſich ohnedem nur mit dem ſinnlichen Scheine beſchäftiget, am beſten bey dem atomiſtiſchen Syſtem ſtehen, welches mit dieſem Scheine die meiſte Uebereinſtimmung zeigt. Da er doch die Exiſtenz der Materie annehmen muß, und bey allen Theilen derſelben das Materielle wiederfindet, ſo kan er faſt nicht umhin, daſſelbe auch an der letzten Grenze der wirklichen Theilungen zu vermuthen, und ſich in dieſem Sinne Atomen zu denken, ſ. **Atomen.** Hiemit kan er nun alle phyſiſche Erfahrungen und Geſetze ſehr wohl vereinigen. Er kan aber auch dabey die ſinnliche Vorſtellung von dem, was wirklich iſt, unterſcheiden, und es für ſehr möglich halten, daß Materie etwas ganz anders ſey, als was ſie zu ſeyn ſcheinet. Nur iſt es Pflicht für ihn, hierüber ſeine gänzliche Unwiſſenheit zu geſtehen.

Die Schwierigkeiten, welche der carteſianiſche Dualiſmus in Abſicht auf die Verknüpfung zwiſchen Geiſt und Materie zurückläſt, haben eine Menge metaphyſiſcher Syſteme veranlaſſet. Dahin gehört zuerſt der **Idealiſmus**, nach welchem es gar keine materielle Welt giebt, und die Ideen davon blos Vorſpiegelungen ſind, welche die Gottheit in unſern Seelen erweckt. **Descartes** hatte ſelbſt zu dieſer Meinung Anlaß gegeben, indem er (Princip. II. 1.) das Daſeyn der Materie blos aus dem Grunde erweiſet, daß uns Gott nicht täuſchen werde, auch ſogar zur Entſtehung der Ideen von Materie die Mitwirkung der Gottheit für nöthig hält. Hierauf baute nun der P. **Malebranche** (De la Recherche de la verité. 7me ed. à Paris, 1721. II To. 4. Part. II. L. III. ch. 1.) den Satz, daß wir alle Dinge in Gott ſehen, und daß ſelbſt der Glaube verſtatte, die Exiſtenz aller Dinge auſſer Gott und den Geiſtern zu läugnen. Den ſcheinbaren Zuſammenhang zwiſchen Seele und Körper erklärte er alſo ebenfalls aus der unmittelbaren Wirkung der Gottheit (ſyſtema cauſarum occaſionalium). **Berkeley** (Treatiſe concerning the principles of human knowledge, Dialogues between Hylas and Philonous) machte den

Idealiſm demonſtrativ, und zeigte, daß uns die Gottheit dabey nicht einmal täuſche, weil allerdings etwas auſſer uns exiſtire, nemlich die göttlichen in unſern Geiſt wirkenden Ideen. So befriedigend auch die Antworten ſind, welche man den angeblichen Beweiſen einer Unmöglichkeit der Materie entgegenſetzen kan, ſo geſtehen doch alle Metaphyſiker, daß man dem Idealiſten die Ueberzeugung von der Wirklichkeit der Auſſenwelt nicht aufdringen könne.

Noch weiter gehen die Syſteme des Spinoza und Hume. Im erſtern wird alles aus einer einzigen Subſtanz erklärt, welche in unendlicher Denkkraft und Ausdehnung beſteht, ſo, daß alle geiſtige Erſcheinungen Zuſtände dieſer einzigen Denkkraft, und alle materielle Phänomene Zuſtände eben dieſer einzigen Ausdehnung ſind. Sehr deutlich drückt dies Mendelsſohn (Philoſ. Schriften, I Theil, 2. Geſpr.) ſo aus: Spinozens Welt, oder vielmehr Gott, ſey eben daſſelbe Weltideal, welches nach Plato und Leibnitz vor dem Anfange der Dinge als ein Plan in dem göttlichen Verſtande vorausgeſetzt wird. Hume's Syſtem läugnet ſogar alle Subſtanzen, Subjecte und ſelbſtſtändige Dinge, und läßt die ganze geiſtige ſowohl als materielle Welt aus einer Menge und Reihe vorübergehender Erſcheinungen beſtehen, aus einem Wechſel, worinn nichts iſt, das immer daſſelbige bliebe.

So, wie beym Idealiſmus das Daſeyn der Materie geläugnet wird, ſo ſucht hingegen der allgemeine Materialiſmus alle Erſcheinungen aus materiellen Subſtanzen allein zu erklären. Dahin gehören ſchon viele Syſteme der Alten, welche überhaupt in ihre Begriffe von den Seelen immer etwas Ausgedehntes einmiſchten, ob man ſie gleich darum nicht alle des groben Materialiſmus beſchuldigen kan. Unter den Neuern iſt der Satz, daß der Menſch eine Maſchine ſey, hauptſächlich von la Mettrie und dem Verfaſſer des Syſteme de la nature behauptet worden. Schon die Betrachtung, daß ein Gedanke, als eine Vergleichung mehrerer Gegenſtände, in einem zu-

ſammengeſetzten Dinge unmöglich iſt, verbunden mit dem Selbſtgefühl von einem im Körper lebenden beſondern Weſen, iſt hinreichend, dieſen Materialiſmus zu widerlegen. Hiezu kömmt noch, daß aus allen möglichen Verbindungen, Trennungen und Bewegungen der Materie ſich nie das Entſtehen eines Bewußtſeyns oder Gedankens, nie die Auffaſſung und Vergleichung der Ideenbilder erklären läßt. Herr de Lüc (Phyſ. und moral. Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, Th. I. S. 60. u. f.) hat über die Natur des Menſchen und die weſentliche Verſchiedenheit des empfindenden Weſens von ſeinen Organen ſehr lehrreiche und eines denkenden Phyſikers würdige Betrachtungen angeſtellt, welche das Unzulängliche des Materialiſmus, aber auch die engen Grenzen unſerer Kenntniſſe von der Welt überhaupt, ſehr deutlich zeigen.

Mitten unter den gegeneinanderlaufenden Meinungen der Dualiſten, Idealiſten und Materialiſten fand Hr. von Leibnitz (Princip. philoſ. in Opp. p. *Lud. Dutens*, Genev. 1768. VI To. 4. Tom. II.) einen ſinnreichen Ausweg. Die Argumente der Idealiſten, daß der aus unſerm Selbſtgefühl entſtandne Begrif der Exiſtenz nur auf geiſtige Weſen, wie wir ſelbſt ſind, übergetragen werden könne, und daß unſere Begriffe von Materie ſich doch am Ende blos im Begriffe von Erſcheinungen und Eigenſchaften auflöſen, ſchienen ihm ſtark genug, um Zweifel gegen die Wirklichkeit ausgedehnter Atomen zu erregen, die doch, in ſofern ſie ausgedehnt ſind, wenigſtens im Verſtande noch theilbar, und alſo keine wahren ausdrücklichen Einheiten wären. Dem zufolge nahm er die Ausdehnung ſelbſt mit allen ſinnlichen Eigenſchaften für einen bloßen Schein an, der aus einer zuſammenfließenden verworrenen Vorſtellung einfacher Subſtanzen entſtehe. Dieſe einfachen Dinge oder **Monaden** ſieht er als ähnlich mit den geiſtigen Subſtanzen, als Vorſtellungskräfte an, deren jede ihre bleibende Grundbeſtimmung hat. Die ganze Welt macht eine ſtetige Reihe von ſolchen Vorſtellkräften aus, deren Beſchaffenheit und Größe verſchieden iſt. Die

ſchlafenden Vorſtellkräfte ſind die Subſtanzen der ſcheinbaren Materie, etwa in dem Zuſtande der Seele im Schlafe, nur der dunkelſten Perceptionen ohne Bewuſtſeyn fähig; die wachenden ſind die Geiſter, von der niedrigſten bis zur höchſten Geiſterart in ſtetiger Reihe. Die vollkommenſte aller wirklichen und möglichen Vorſtellkräfte iſt die Gottheit, welche ſich alle mögliche Subſtanzen mit ihren Accidenzen und Verhältnißen auf das deutlichſte, in ſich ſelbſt, und ohne vorbildende Auſſendinge vorſtellt. Ausführlicher findet man dieſe leibnitziſche Monadologie von Hanſch (Principia philoſ. Frf. et Lipſ. 1728. 4.) und Alexander Gottlieb Baumgarten (Halle, 1738. 8. §. 153. u. f.) vorgetragen.

Dieſer Begrif vom Weſen der Materie läßt den ſinnlichen Schein, mithin die ganze Phyſik, ungeändert, hebt den Materialiſmus gänzlich auf, und ſetzt dem Idealiſmus wenigſtens etwas eben ſo mögliches und eben ſo unwiderlegliches an die Seite. In Rückſicht auf den Dualiſm hebt die Monadologie zwar die Schwierigkeit der Vereinigung zwiſchen Geiſt und Körper, läßt aber doch noch die Schwierigkeit einer phyſiſchen Gemeinſchaft zwiſchen den Subſtanzen überhaupt zurück, welche Leibnitz durch die Hypotheſe einer vorherbeſtimmten Harmonie zu heben ſuchte. Dem Phyſiker muß nach Hrn. Klügel (zu Prieſtley Geſch. der Optik S. 285. Anm. k.) dieſes Syſtem, welches die ganze Körperwelt zu Erſcheinungen macht, die von unkörperlichen Dingen herrühren, ſchon darum lieb ſeyn, weil damit eine Menge unnützer Grübeleyen auf die Seite geſchaft wird. Man muß alsdann bey den Factis bleiben, ohne die erſten Urſachen erklären zu wollen.

Etwas ähnliches hiemit hat das Syſtem des P. Boſcovich (Theoria philoſ. naturalis, Venet. 1763. 8.), welcher der Materie die Undurchdringlichkeit abſpricht, und ſie blos aus phyſikaliſchen Punkten beſtehen läßt, welche mit anziehenden und zurückſtoßenden Kräften in beſtimmten Wirkungskreiſen verſehen ſind. Hat alſo ein bewegter Körper genug Moment, die zurückſtoßenden

Kräfte, in deren Wirkungsraum er kömmt, zu überwinden, ſo kan er durch jeden Körper dringen. Auf dieſe Art kreuzen und durchdringen ſich blos Kräfte, deren (ſchon nach den Vorſtellungen der Mechanik) mehrere zugleich an einem Orte vorhanden ſeyn, und ſich das Gleichgewicht halten, oder einander überwinden können, ohne daß jemand dabey eine Schwierigkeit findet. So löſet ſich das Phänomen der Undurchdringlichkeit in den Begrif einer ſtarken Zurückſtoßungskraft auf. Boſcovich wendet auf dieſe Kräfte die Lehren der Dynamik an, und zeigt, daß ſeine Theorie mit keinem Geſetze der Mechanik und mit keiner phyſikaliſchen Entdeckung ſtreite, daß ſie vielmehr eine Menge Erſcheinungen, beſonders an dem Lichte und den durchſichtigen Körpern, leichter, als irgend eine andere Hypotheſe, erkläre. Dennoch ſollen ſich die phyſikaliſchen Punkte ſelbſt, oder die Subſtanzen, worinn die Kräfte ſind, nicht durchdringen können.

Prieſtley, der ſchon in ſeiner Geſchichte der Optik dieſe Meinung mit Beyfall erwähnt, und erzählt, daß ſein Freund **Michell** bereits in jüngern Jahren auf eben dieſe Idee gekommen ſey, hat nachher in einem eignen Werke (Diſquiſitions relating to Matter and Spirit. Lond. 1778. 8.) den Gedanken auszuführen geſucht, daß die Materie aus nichts weiter beſtehe, als aus **Repulſionen** und **Attractionen**, die ſich auf gewiſſe **mathematiſche Punkte** im Raume bezögen. Er ſpricht alſo der Materie die Undurchdringlichkeit und Trägheit ab, und glaubt ſie dadurch zu veredlen, und der Natur der geiſtigen Subſtanz näher zu bringen. Aber auf eine ganz ſonderbare Weiſe wendet er dieſes Syſtem zur Vertheidigung des Materialiſmus an, indem er meint, die Seele laſſe ſich ganz wohl aus ſeiner veredelten Materie erklären, welche blos aus Kräften beſtehe, und alſo wohl auch die Kraft zu denken und zu empfinden haben könne. Er treibt das Paradoxe hiebey ſo weit, daß er ſogar die Einheit und Untheilbarkeit des empfindenden Weſens läugnet.

Herr de Lüc (Phyſ. und moral. Briefe Th. I. S. 88. u. f.) hat dieſe kühnen Behauptungen ſehr umſtändlich widerlegt. Er zeigt, daß Kraft, die ſich auf einen mathematiſchen Punkt bezieht, Wirkſamkeit ohne Subſtanz, ein leerer Ausdruck ſey; daß Prieſtley doch wenigſtens den Wirkungskreiſen Ausdehnung geben müſſe, daß ein Wirkungskreis den andern verdränge, und die einmal mitgetheilte Bewegung fortſetze, daß man alſo dadurch immer wieder auf eine undurchdringliche und träge Materie komme, daß Anziehungs- und Repulſionskraft doch nichts weiter, als Anziehen und Abſtoßen, keinesweges aber Selbſtgefühl, Denken und Empfinden erkläre, und daß Elemente eines ſich ſelbſt fühlenden Ganzen ebenfalls Selbſtgefühl haben müſſen, welches allen Begrif von Elementen aufhebt, weil nun ein einziges Element das ganze Phänomen erklärt. De Lüc ſelbſt hält ſich, als ein ſtrenger Newtonianer, ganz an die atomiſtiſche Phyſik, und begnügt ſich, die Schwierigkeiten des Dualiſmus dadurch zu mindern, daß er annimmt, es gebe nicht nur Subſtanzen, ſondern auch Eigenſchaften der Materie, welche nicht in unſere Sinne fallen. Vermittelſt ſolcher Eigenſchaften können Geiſt und Materie in einander wirken, auf eine Art, die uns ſchlechterdings unbegreiflich ſey, weil es uns an einem Sinne fehle, dieſe Eigenſchaften und ihre Wirkungen wahrzunehmen.

Ernſt Platners Philoſophiſche Aphoriſmen. Leipzig, 1784. 2. B. 8. hauptſächlich Th. I. S. 281. u. f.

J. A. de Lüc Phyſikaliſche und moraliſche Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, aus dem franz. mit Abkürzung überſ. Leipzig, 1781. II B. gr. 8. in den vorläufigen Abhandlungen, Num. XII. und XIII.

Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel, S. 283. u. f.

Materie, elektriſche, ſ. Elektricität.

Materie des Feuers, ſ. Feuer.

Materie des Lichts, ſ. Licht.

Materie, magnetiſche, ſ. Magnet.

Materie, ſchwermachende, ſ. Schwere.

Mathematik, Gröſſenlehre, Matheſis, Mathemata, *les Mathématiques*. Die Wiſſenſchaft der Gröſſen, oder deſſen, was an den Gegenſtänden der Vermehrung und Verminderung fähig iſt. Der griechiſche Name (μάθησις, μάθημα) bedeutet ſoviel, als Wiſſenſchaft oder Unterricht (Diſciplina, inſtitutio). Man hat ihn der Lehre von den Größen vorzugsweiſe beygelegt, entweder, weil dieſe Lehre, wegen der Klarheit und Gewißheit ihrer Sätze vorzügliche Anſprüche auf den Namen einer Wiſſenſchaft machen kan, oder weil mehrere philoſophiſche Schulen Griechenlands den Anfang des Unterrichts mit mathematiſchen Sätzen zu machen pflegten.

Man theilt die Mathematik in die **reine** und **angewandte**. Jene (matheſis pura, abſtracta) betrachtet die Größe blos an ſich und abgeſondert von den Gegenſtänden, an welchen ſie wahrgenommen wird; dieſe (matheſis mixta, applicata) enthält Anwendungen von jener auf wirkliche in der Natur und dem menſchlichen Leben vorkommende Gegenſtände und Fälle.

Die reine Mathematik zerfällt wiederum in zwo Hauptabtheilungen, weil man zwo von einander verſchiedene Arten von Größen betrachten kan. Sieht man nehmlich die Größe blos als eine Menge einzelner Theile an, auf deren Verbindung und Lage gegen einander nichts ankömmt, ſo entſteht hieraus der Begrif einer **Menge** oder **Anzahl** (quantum diſcretum); betrachtet man aber ein Ganzes, deſſen Theile in ununterbrochenem Zuſammenhange ſtehen, ſo hat man den Begrif des **Raumes**, der **ausgedehnten** oder **ſtetigen Größe** (quantum continuum). Da die Mengen **gezählt**, die Räume **gemeſſen** werden, ſo erfordert jede Art der Größe eine eigne Behandlung, und die reine Mathematik theilt ſich in **Arithmetik** oder **Rechenkunſt**, und **Geometrie** oder **Meßkunſt** ein. Weil ſich aber die Räume auch der Berechnung unterwerfen laſſen, und hiebey alles auf Berechnung der Drenecke ankömmt, ſo verbindet ſich hiemit noch eine dritte Wiſſenſchaft unter dem Namen der **Trigonometrie**, in welcher

das Dreyeck, als ein geometriſcher Gegenſtand, auf eine arithmetiſche Art behandlet wird. Arithmetik, Geometrie und Trigonometrie machen zuſammen die **Elementar- oder gemeine Mathematik** (Matheſis elementaris, Mathemata inferiora) aus.

Hiezu kommen noch unter dem Namen der **höhern Mathematik** (Matheſis ſublimior, Mathemata ſuperiora) verſchiedene große Capitel einer aus Arithmetik und Geometrie zuſammengeſetzten Wiſſenſchaft. Die **Buchſtabenrechnung** oder **allgemeine Rechenkunſt** (Arithmetica vniuerſalis) lehrt allgemeine Zeichen ſo gebrauchen, daß das daraus gefundene auf Zahlen ſowohl, als auf Räume angewendet werden kan; die **Analyſis** und **Algebra** lehren das Unbekannte aus ſeinem Verhalten gegen das Bekannte finden, und die dabey vorkommenden Gleichungen auflöſen; die **höhere Geometrie** betrachtet die krummen Linien, welche nicht Kreiſe oder aus Theilen von Kreiſen zuſammengeſetzt ſind; die **Rechnung des Unendlichen** (calculus infiniteſimalis, analyſis infinitorum) findet aus der Vergleichung zwiſchen veränderlichen Größen die Vergleichung zwiſchen den Geſchwindigkeiten, mit denen ſie ſich ändern (Differentialrechnung), oder umgekehrt aus dieſer Vergleichung jene (Integralrechnung). Alles bisher erwähnte macht den ganzen Umfang der reinen Mathematik aus.

Die **angewandte Mathematik** hat keine andern Grenzen, als die Welt ſelbſt, und kan ſo viel Wiſſenſchaften enthalten, als es Gegenſtände giebt, bey denen ſich Größen durch Schlüße beſtimmen laſſen. Der gewöhnlichſten Gegenſtände dieſer Art ſind drey: die Kräfte und Bewegungen der Körper, das Licht, und die Himmelskörper. Nach dieſen zerfällt die angewandte Mathematik beym gewöhnlichen Vortrage in die drey Hauptabſchnitte der **mechaniſchen, optiſchen** und **aſtronomiſchen Wiſſenſchaften**. Jeder Abſchnitt enthält wiederum mehrere Theile, ſ. die Worte **Mechanik, Optik, Aſtronomie.** So wie ſich aber unſere Kenntniſſe der natürlichen Dinge immer vervielfältigen, ſo finden ſich

auch von Zeit zu Zeit neue Gegenſtände der mathematiſchen Betrachtung und neue Theile der angewandten Mathematik. Dies ſagte ſchon **Baco** (De augm. ſcient. III. 6.) vorher. „Prout Phyſica, ſind ſeine Worte, maiora in dies incrementa capiet et noua axiomata educet, eo mathematica nouâ operâ in multis indigebit et plures demum fient Mathematicae mixtae“. So haben zu dem Syſtem der angewandten Mathematik **Wolf** die **Aerometrie**, **Lambert** die **Pyrometrie**, **Bouguer** und **Lambert** die **Photometrie** hinzugeſetzt.

Auch die **Geſchützkunſt**, ingleichen die **Kriegs-** und die **bürgerliche Baukunſt** werden in einigen Lehrbüchern der angewandten Mathematik mit abgehandelt. Da ſie aber eine Menge Kenntniſſe, die nicht mathematiſch ſind, erfordern, ſo betrachten andere ſie lieber als beſondere Wiſſenſchaften, oder ſetzen aus ihnen noch einen neuen Haupttheil unter dem Namen der **vermiſchten Mathematik** zuſammen. Die Anwendungen der Größenlehre erſtrecken ſich ſogar auf Dinge, die nicht ſinnlich ſind, auf Berechnung der Wahrſcheinlichkeiten und Hofnungen bey Spielen, Leibrentengeſellſchaften, Wittwencaſſen u. dgl. Faſt von allen menſchlichen Verrichtungen und Anſtalten beruht ein Theil auf mathematiſchen Gründen, und obgleich unzählige Künſtler und Handwerker die Vorſchriften richtig beobachten, ohne ihre Gründe zu kennen, ſo wird doch gewiß derjenige gründlicher und ſicherer zu Werke gehen, der ſich auch die mathematiſche Kenntniß der Gründe erworben hat. Scharfſinnige Handwerker erfinden oder entwickeln ſich oft mathematiſche Sätze und Regeln, und beſitzen dadurch eine Art von natürlicher Mathematik, die ſie zum Gebrauch ihres Berufs ſehr wohl anzuwenden wiſſen. Man kan über den weitläuftigen Umfang und die Eintheilungen der reinen ſowohl als der angewandten Mathematik die vortreflichen Schriften von **Büſch** (Encyclopädie der hiſtoriſchen, philoſophiſchen und mathematiſchen Wiſſenſ. nach dem Grundriſſe des ſel. Reimarus, Hamburg, 1775. gr. 8.) und **Sulzer** (Kurzer Begrif aller Wiſſenſchaften und anderer Theile der Gelehrſamkeit, Berlin, 1778. 8.) nachleſen.

Aus dem angeführten iſt leicht zu überſehen, daß die reine Mathematik eine für den Naturforſcher ganz unentbehrliche Hülfswiſſenſchaft ſey. Die Frage: wie groß? miſcht ſich auf eine unvermeidliche Art in alle Beobachtungen und Verſuche, auf welchen doch die richtige Naturlehre ganz allein beruhen muß. Und ſelbſt bey Erforſchung der Urſachen geben Verhältniße und Vergleichungen der Größen den beſten Leitfaden ab: Größe der Wirkung läßt uns auf die Größe der Urſache ſchließen, und entdeckt dadurch oft die Natur und Beſchaffenheit der Urſache ſelbſt. Daher muß die Erfahrung, und die auf Erfahrung gegründete Phyſik, ſtets von der Mathematik geleitet werden.

Die Hauptabſchnitte der angewandten Mathematik ſind wirklich Theile der Naturlehre ſelbſt, die man nur wegen der Weitläuftigkeit des Gegenſtands als beſondere Wiſſenſchaften zu behandeln pflegt, die ſich aber nie ganz von der Phyſik trennen laſſen, wenn anders dieſe Wiſſenſchaft aus etwas mehr, als einigen unvollkommnen und übel verbundenen Bruchſtücken beſtehen ſoll. Es iſt ſchwer, die Grenzen zu beſtimmen, welche man bey einem zweckmäßigen Vortrage der Naturlehre zwiſchen ihr und der angewandten Mathematik zu ziehen hat. Viele ältere Lehrbücher der Phyſik tragen faſt nichts, als mathematiſche Lehren vor, und vernachläßigen darüber die chymiſchen Unterſuchungen, welche doch eben ſowohl einen weſentlichen Theil der Naturlehre ausmachen, gänzlich. So gewiß es iſt, daß ſich in vielen Fällen die angewandte Mathematik von der Phyſik gar nicht trennen läßt, ſo kan doch auch die letztere nicht ganz allein auf mathematiſche Betrachtungen eingeſchränkt werden, aus denen wir nur die Größe und das Maaß der Wirkungen, nicht aber ihre innern Urſachen und Beſchaffenheiten kennen lernen. Schon Baco erinnerte im neuen Organon „naturalem philoſophiam infe-„ctam eſſe et corruptam in ſecunda ſchola Platonis, Pro-„cli et aliorum per Mathematicam, quae terminare eam, „non generare aut procreare debeat“. Herr Karſten (Vom eigenthümlichen Gebiet der Naturlehre in ſ. phyſ.

chem. Abhandl. I Heft. Halle, 1786. 8. Num. 2.) hat hierüber leſenswürdige Bemerkungen angeſtellt, ob er gleich in ſeiner Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur (Halle, 1783. 8.) die Abſonderung der mathematiſchen Lehren etwas zu weit getrieben, und nach einem Plane gearbeitet hat, in welchem ſich allzuſichtbare Lücken befinden.

Der Urſprung mathematiſcher Kenntniße iſt ohne Zweifel ins höchſte Alterthum zu ſetzen. Wahrſcheinlich brachten Bedürfniß und Nothwendigkeit zuerſt praktiſche Erfindungen hervor, aus welchen nachher ſcharfſinnige Köpfe die allgemeinen theoretiſchen Sätze abſtrahirt haben. Nach den Zeugnißen der Alten ſoll dies zuerſt bey den Phöniciern und Egyptiern geſchehen ſeyn: jenen ſchrieb man nach dem Strabo (Geogr. L. XVII.) die Erfindung der Rechenkunſt, dieſen nach dem Herodot, Plato und Ariſtoteles die Entdeckung der Geometrie zu. Man ſucht die Veranlaſſung geometriſcher Erfindungen gewöhnlich in den jährlichen Ueberſchwemmungen des Nils, oder in einer von Herodot erwähnten Landabtheilung des Seſoſtris; wahrſcheinlicher leitet Ariſtoteles (Metaphyſ. I. 1.) den Urſprung der Theorie aus dem geſchäftloſen und ganz der Betrachtung gewidmeten Leben der egyptiſchen Prieſter her. Dennoch ſcheinen dieſe gerühmten Kenntniße der Egyptier kaum über die erſten Anfangsgründe hinausgegangen zu ſeyn. Die Erfindung mehrerer Elementarlehrſätze gehört erſt den griechiſchen Weltweiſen zu, und die ungeheuren Unternehmungen des Pyramidenbaus, der Errichtung der Obeliſken u. ſ. w., welche insgemein eine ſo große Meinung von den mathematiſchen Einſichten dieſes Volkes erregen, laſſen ſich, auch bey ſehr mittelmäßigen praktiſchen Kenntnißen der Mathematik, leicht aus der Menge von Menſchen erklären, welche man damals zum Bauen brauchen konnte, ſ. Mechanik.

Aus Egypten trugen Thales und Pythagoras die mathematiſchen Kenntniße nach Griechenland über, und pflanzten ſie, mit neuen Erfindungen bereichert, in ihren Schulen fort. Hier erſt hat der bewundeswürdige

Scharfſinn der Griechen die Theorie der Meßkunſt gehörig entwickelt. Unter allen übrigen Schulen zeichnete ſich hierinn die platoniſche am meiſten aus. **Plato** ſelbſt war der Erfinder der geometriſchen Analyſis, und ſeine Schüler legten durch die Betrachtung der Kegelſchnitte den erſten Grund zur höhern Geometrie. Hauptſächlich gaben zu dieſen Erweiterungen der Meßkunſt die Aufgaben von Verdoppelung des Würfels und Triſection des Winkels Anlaß, mit welchen ſich die meiſten Geometern der damaligen Zeit beſchäftigten, deren Bemühungen uns **Proclus** im Commentar über das erſte Buch des Euklides aufbehalten hat. Nächſt der platoniſchen Schule haben die Gelehrten des Muſeum zu Alexandrien die ausgezeichnetſten Verdienſte um die mathematiſchen Wiſſenſchaften. In dieſer berühmten Stiftung der Ptolemäer lebte 300 Jahre vor C. G. **Euklides**, welcher die bis dahin erfundenen Sätze der Geometrie und der Lehre von den Verhältnißen unter dem Titel der Elemente (Στοιχεια ſ. Elementa) in dreyzehn Büchern ſo vortreflich ordnete, und ſo ſcharf erwies, daß ſein Syſtem noch bis jetzt als das beſte Muſter des geometriſchen Vortrags und der ächten Strenge der Demonſtration angeſehen wird. Von dieſen dreyzehn Büchern des Euklid führt der Theil der Meßkunſt, welcher ſich auf die Betrachtung der geraden Linie und des Kreiſes gründet, den Namen der Elementargeometrie. Ein anderer alexandriniſcher Mathematiker, **Hypſikles**, ſetzte in ſpätern Zeiten noch zwey Bücher hinzu, welche die Lehre von den regulären Körpern betreffen. **Archimedes** zu Syrakus bereicherte die Meßkunſt mit der Lehre von der Kreismeſſung und einigen andern wichtigen Erfindungen. Hundert Jahr nach dem Euklid ſchrieb **Apollonius** von Perga, ebenfalls im Muſeum zu Alexandrien, ſieben Bücher von den Kegelſchnitten (Conica), welche die erſten Gründe der höhern Geometrie enthalten. Die alexandriniſche Schule blühte bis in das 7te Jahrhundert nach C. G., und war bis dahin immer fruchtbar an vorzüglichen Mathematikern, unter welchen ſich in Abſicht auf reine Mathematik **Diophantus**, der Verfaſſer von dreyzehn Bü-

chern über die Rechenkunſt (Quaeſtiones arithmeticae), die ſich größtentheils mit den unbeſtimmten Aufgaben beſchäftigen, und wovon noch ſieben übrig ſind, Pappus, der Urheber ſchätzbarer mathematiſcher Sammlungen (Collectiones mathematicae) und Theon, der Commentator des Euklids, beſonders auszeichnen. Von der Trigonometrie der Alten finden ſich Proben im Almageſt des Ptolemäus, und die Sphärik hat Theodoſius in drey Büchern vortreflich abgehandlet. Auch Proclus, ein Neoplatoniker zu Athen im 5ten Jahrhunderte nach C. G. verdient in der Geſchichte der reinen Mathematik wegen ſeines Commentars über das erſte Buch des Euklides genannt zu werden.

Bey den Römern hielt zuerſt der kriegeriſche Geiſt der Nation, dann die Verachtung gegen Griechen und griechiſche Wiſſenſchaften, und zuletzt der überhandnehmende Luxus, den Fortgang der mathematiſchen Wiſſenſchaften ſehr zurück, worüber ſich auch die aufgeklärtern Römer ſelbſt beklagt haben. Cicero (Tuſc. Diſp. I. 1.), wo er die Verdienſte der Griechen und Römer gegen einander hält, ſagt: „In ſummo apud „illos (Graecos) honore geometria fuit. Itaque ni- „hil mathematicis illuſtrius. At nos *metiendi ratio-* „*cinandique* vtilitate huius artis modum terminaui- „mus."

Im mittlern Zeitalter erhielten ſich die mathematiſchen Wiſſenſchaften bey den Arabern oder Saracenen, denen wir die Ueberlieferung dieſer Kenntniße an den Occident nebſt verſchiedenen Erweiterungen der Wiſſenſchaft ſelbſt zu verdanken haben. Sie überſetzten die Werke des Euklid, Archimed, Apollonius u. a. m. in ihre Sprache, commentirten über dieſelben, gaben der Trigonometrie eine beſſere Geſtalt, und führten in der Rechenkunſt die von den Indianern entlehnte Bezeichnung mit zehn Ziffern ein, welche der neuern praktiſchen Arithmetik ſo große Vorzüge vor der alten verſchaft hat. Auch brachten ſie es zuerſt zu einiger Vollkommenheit in der Algebra, einer Wiſ-

ſenſchaft, deren Name ſchon zeigt, daß ſie zu uns von den Arabern übergegangen ſey.

Im funfzehnten und ſechszehnten Jahrhunderte erwachte das Studium der mathematiſchen Wiſſenſchaften in den occidentaliſchen Ländern. **Leonhard von Piſa** und **Lucas von Burgo** machten die Algebra bekannter, welche in Italien durch **Tartalea**, **Cardan**, **Bombelli**, und in Frankreich durch **Vieta** anſehnliche Erweiterungen erhielt: **Purbach**, **Regiomontan** und **Rhäticus** verbeſſerten den trigometriſchen Canon, und überall war man bemüht, ſich durch Ausgaben und Ueberſetzungen der griechiſchen Mathematiker in den Beſitz der Schätze des Alterthums zu ſetzen. Der Anfang des ſiebzehnten Jahrhunderts zeichnete ſich durch **Nepers** ſinnreiche und nützliche Erfindung der Logarithmen aus. Zugleich entſtand unter den Händen **Keplers** und **Cavalleri** eine neue Geometrie, die ſich durch die Methode des Untheilbaren zu weit höhern Unterſuchungen erhob, als die Alten hatten unternehmen können. Nachdem **Harriot** in England die Buchſtabenrechnung anſehnlich erleichtert und erweitert hatte, wandte **Descartes** dieſelbe ſehr glücklich auf die Geometrie an, und gab dadurch der Theorie der krummen Linien eine ganz neue Geſtalt. **Fermat**, **Wallis**, **Barrow**, **Gregory** bereicherten die Arithmetik und Geometrie mit einer Menge neuer Methoden und Entdeckungen: **Leibnitz** und **Newton** endlich erfanden die Rechnung des Unendlichen, für welche ſo viele ſonſt äuſſerſt ſchwere Unterſuchungen ein bloßes Spiel ſind, und ohne die es unmöglich iſt, in die Lehren der neuern Geometrie und Phyſik einzudringen. Dieſer Theil der höhern Mathematik und vorzüglich die Integralrechnung iſt ſeitdem durch die **Bernoullis** und **Eulern** ungemein erweitert, und auf viele Gegenſtände der Phyſik mit großem Nutzen angewendet worden.

Ein großes Verdienſt um die Ausbreitung der mathematiſchen Wiſſenſchaften haben ſich die Neuern durch Abfaſſung guter Lehrbücher erworben. **Johann Chri-**

ſtoph Sturm (Matheſis enucleata. Norimb. 1695. 8.) machte in Deutſchland hiezu den Anfang, und dem Freyherrn von Wolf (Anfangsgr. aller mathemat. Wiſſ. Halle, 1710. IV Theile, 8.) gelang es beſonders durch die lichtvolle Deutlichkeit und Ordnung ſeines Vortrags, den Geſchmack an der Mathematik weit allgemeiner zu machen. Seine Lehrbücher ſind ein halbes Jahrhundert hindurch mit ungemeinem Nutzen gebraucht worden, und das Mangelhafte derſelben in Rückſicht auf Vollſtändigkeit und Schärfe der Beweiſe läßt ſich mit dem Zeitalter und der Abſicht ihres Verfaſſers vollkommen entſchuldigen. In der Folge aber ward es nöthig, auf gründlichere und ausführlichere Handbücher zu denken. Hiezu brach Hauſen (Elem. Matheſeos. Lipſ. 1734. 4.) zuerſt die Bahn, und ihm folgten die Herren von Segner (Elem. Arithm. et Geom. Halae, 1756. 8.), Käſtner (Anfangsgründe der Arithm. Geom. Trigonom. und Perſp. Göttingen, 1758. 8. vierte Aufl. 1786. 8. Anfangsgr. der angewandten Mathem. Götting. 1759. 8. dritte Aufl. in 2 Abtheil. 1780. und 1781. 8. Anf. der Analyſis endlicher Größen, Gött. 1760. 2te Aufl. 1767. Anf. der Analyſis des Unendlichen, Gött. 1761. 2te Aufl. 1770. 8. Anf. der höhern Mechanik, Gött. 1766. 8. Anfangsgr. der Hydrodynamik. Gött. 1769. 8.) und Karſten (Praelectiones Matheſeos theoreticae elementaris atque ſublimioris. Roſt. et Gryph. 1760. 8. Lehrbegrif der geſammten Mathematik. Greifswald, in 8 Theilen von 1767 -- 1777. 8. des 2ten Theiles 1ſte und 2te Abth. neue Aufl. Greifswald, 1786. 8.) deren vortrefliche Einleitungen alles leiſten, was man bey einem gründlichen Studium der Mathematik verlangen kan. Unter den neuſten ſind die Anfangsgründe des Herrn Lorenz (Die Elemente der Mathematik in ſechs Büchern, Leipzig, 1785. 8.) vor andern zu empfehlen.

Die Geſchichte der Mathematik hat das vorzügliche Glück gehabt, von Herrn Montucla (Hiſtoire des mathematiques par M. *Montucla.* à Paris. 1758. II To. 4maj.) ſo abgehandlet zu werden, daß man dieſe Arbeit

als ein Muſter einer wiſſenſchaftlichen Geſchichte betrachten kan. Aus dieſem wichtigen Werke, welches jedoch nur bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts reicht, hat Herr Scheibel (Einleitung zur mathematiſchen Bücherkenntniß, Breslau, 1769. 8. im 1ſten, 3ten und 4ten Stück) einen reichhaltigen Auszug mitgetheilt, auch Nachrichten von mehrern Geſchichtſchreibern der mathematiſchen Wiſſenſchaften gegeben. Verzeichniße mathematiſcher Schriftſteller findet man beym Wolf (Kurzer Unterricht von den vornehmſten mathematiſchen Schriften, im 4ten Theile der Anfangsgr. math. Wiſſ.) in ſyſtematiſcher Ordnung und mit Urtheilen begleitet; weit vollſtändiger aber, jedoch in willkührlicher Ordnung, in Herrn **Scheibels** vortreflicher Einleitung zur mathematiſchen Bücherkenntniß, von welcher 1789 das achtzehnte Stück erſchienen iſt.

Ueber den gegenwärtigen Zuſtand, die Vervollkommnung und Erleichterung des Studiums dieſer unter allen am meiſten vollendeten und allgemein unentbehrlichen Wiſſenſchaft, verdient auch die Schrift des Herrn **Michelſen** (Gedanken über den gegenwärtigen Zuſtand der Mathematik, und die Art, ihre Vollkommenheit und Brauchbarkeit zu vergrößern, Berlin, 1789. gr. 8.) nachgeleſen zu werden.

Mechanik, Mechanica, *Mechanique.* Dieſen Namen, im weitläuftigſten Sinne genommen, führt die Lehre von der Bewegung und von den Kräften, welche als Urſachen der Bewegung angeſehen werden. Dieſer wichtige Abſchnitt der Naturlehre erfordert häufige Anwendungen der Mathematik, und begreift mehrere einzelne Wiſſenſchaften, welche unter dem Namen der **mechaniſchen** einen Hauptheil der angewandten Mathematik ausmachen.

Die bequemſte Claſſification dieſer mechaniſchen Wiſſenſchaften möchte wohl folgende ſeyn. Man betrachtet die Kräfte entweder im Zuſtande des Gleichgewichts, oder im Zuſtande der wirklichen Bewegung; man wen-

tet im letztern Falle entweder nur gemeine, oder auch höhere Mathematik, an; man betrachtet endlich Kräfte und Bewegungen entweder an feſten Körpern, oder an tropfbaren flüßigen, oder an elaſtiſchen flüßigen Materien. Die Lehre vom Gleichgewicht wird bey feſten Körpern **Statik der feſten Körper**, bey tropfbaren Flüßigkeiten **Hydroſtatik**, bey elaſtiſchen **Aerometrie** oder **Aeroſtatik** genannt. Die Lehre von der Bewegung, in ſofern blos praktiſche Mittel, Bewegung hervorzubringen, mit Hülfe der Elementar-Mathematik erklärt werden, heißt bey feſten Körpern **Mechanik** in eingeſchränkter Bedeutung des Worts, auch **gemeine Mechanik** oder **Maſchinenlehre**, bey tropfbaren Flüßigkeiten **Hydraulik**, bey elaſtiſchen **Pnevmatik**: wenn aber mit Beyhülfe der höhern Mathematik genauere Unterſuchungen über die Natur und Eigenſchaften der Bewegungen angeſtellt werden, ſo rechnet man dieſelben bey feſten Körpern zur **höhern Mechanik** oder **Dynamik**, bey tropfbaren Flüßigkeiten zur **Hydrodynamik**, bey elaſtiſchen werden ſie mit zur Pnevmatik gezogen, ob man ſie gleich auch unter dem Namen der **Aerodynamik** abſondern könnte. Einige theilen die höhere Mechanik in **Dynamik** und **Phoronomie**, wobey das, was die Kräfte betrift, zu jener, was aber die Bewegung allein angeht, zu dieſer gerechnet wird. Man ſ. die Artikel: **Aerometrie**, **Aeroſtatik**, **Dynamik**, **Hydraulik**, **Hydroſtatik**, **Hydrodynamik**, **Pnevmatik**, **Phoronomie**, **Statik**, wo von allen dieſen Wiſſenſchaften umſtändlichere Nachricht gegeben wird, daß alſo hier nur noch von der gemeinen und höhern Mechanik feſter Körper etwas hinzuzuſetzen übrig bleibt.

Schon im höchſten Alterthum findet man deutliche Spuren von Kenntnißen der praktiſchen Mechanik. Ohne dieſe hätten weder die Egyptier den Bau ihrer ungeheuren Pyramiden und die Errichtung ſo großer Obelisken ausführen, noch auch andere Nationen des Alterthums die Gebäude vollenden können, deren Ruinen uns noch in Erſtaunen ſetzen. Dennoch ſind hieraus noch nicht tiefe Einſich-

ten in die Theorie der Mechanik zu folgern. Der Gebrauch der einfachſten Rüſtzeuge, des Hebels, des Haſpels und der ſchiefen Fläche, wovon die Entdeckung ſich dem Menſchen ſo leicht darbietet, war ſchon vermögend, erſtaunliche Dinge zu bewirken, wenn dabey die Kräfte der Menſchen in ſo großer Menge und mit ſolcher Anſtrengung, als es bey den Alten gewöhnlich war, angewendet wurden. Dieſe Verſchwendung der menſchlichen Kraft erleichterte ehedem alle mechaniſchen Unternehmungen, da hingegen die neuere Mechanik faſt gänzlich die Erſparung und Verſtärkung der menſchlichen und thieriſchen Kräfte zur Abſicht hat.

Die Theorie der Mechanik entwickelte ſich zuerſt bey den Griechen. Zwar ſind die mechaniſchen Fragen des Ariſtoteles von gar keinem Werthe, wie er denn z. B. die Erſcheinungen des Hebels aus den wunderbaren Eigenſchaften des Cirkels herleitet: in andern Schriften aber (Phyſ. L. I. c. vlt.) gedenkt er doch ſchon des mechaniſchen Grundgeſetzes, daß Kräfte gleich viel wirken, wenn ſie ſich umgekehrt wie ihre Geſchwindigkeiten verhalten. Weit größer ſind Archimeds Verdienſte um dieſe Wiſſenſchaft. Er demonſtrirte zuerſt (Ισοῤῥοπικῶν βιβλ. β. ſ. de aequiponderantibus libri II.) das Geſetz des Hebels, als den eigentlichen Grundſatz der Statik, und bediente ſich dabey der ſinnreichen Idee vom Schwerpunkte, von der er der erſte Urheber zu ſeyn ſcheint. Auch lehrte er die Erfindung des Schwerpunkts mehrerer Figuren, beſonders der Parabel, mit vielem Scharfſinn. Unter ſeine praktiſchen Erfindungen zählen die Alten die Schraube ohne Ende und die Zuſammenſetzung der Scheiben im Kloben, oder den Polyſpaſt. Er ließ nach dem Berichte des Athenäus (Deipnoſophiſt. L. V.) den König Hieron ganz allein ein Schif in Bewegung ſetzen, und that dabey den kühnen Ausſpruch, daß er die Erde bewegen wolle, wenn man ihm einen Standpunkt auſſer derſelben gäbe, ſ. Hebel. Er vertheidigte nach den Zeugnißen des Polybius, Livius und Plutarch ſeine Vaterſtadt Syrakus durch neuerfundene Maſchinen glücklich gegen die Belagerung der Römer,

bis er bey der ohne ſeine Schuld erfolgten Eroberung im J. 212. vor C. G. das Leben verlohr. Unter den alexandriniſchen Mathematikern haben ſich beſonders Cteſibius und Heron um die Mechanik verdient gemacht. Der letztere brachte nach dem Berichte des Pappus (Collect. Math. L. VIII.) alle Rüſtzeuge auf die Theorie des Hebels, ſetzte ſie auf verſchiedene Art zum praktiſchen Gebrauch zuſammen, und erfand eine Maſchine aus bezahnten Rädern (βαρουλκον) zu Fortſchaffung großer Laſten. Auſſer ſeinem vornehmſten Werke über die Waſſermaſchinen hat man von ihm eine Schrift von Verfertigung der Wurfſpieße (Βελοποιητικα) ſ. Telofactiua gr. et lat. ex interpr. *Bern. Baldi*, Aug. Vind. 1616. 4.). In ſpätern Zeiten haben ſich noch Iſidorus von Milet, Anthemius und der jüngere Heron durch Erfindung von Kriegsmaſchinen hervorgethan. Im mittlern Zeitalter aber ſcheinen die mechaniſchen Wiſſenſchaften gänzlich in Vergeſſenheit gelegen zu haben; man findet weder bey den Arabern, noch im Occident, Spuren mechaniſcher Kenntniße, einige Erzählungen von künſtlichen Avtomaten ausgenommen, deren Verfertigung dem Roger Baco und Albert Grot zugeſchrieben wird, welche beyde in dieſen finſtern Zeiten für Zauberer galten.

Selbſt im ſechszehnten Jahrhunderte nach C. G. waren die Fortſchritte der mechaniſchen Theorie noch unbedeutend. Man commentirte über die Quäſtionen des Ariſtoteles, glaubte, die bewegten Körper würden durch die hinter ihnen zuſammenfahrende Luft fortgetrieben, nahm Bewegungen an, die ihrer Natur nach kreisförmig wären, theilte überhaupt die Bewegung in natürliche und gewaltſame, und behauptete in Abſicht auf die Geſetze derſelben die ſonderbarſten Irrthümer. Doch ward die Statik von Guido Ubaldi, Marcheſe del Monte (Mechanicorum libri VI. 1577.) mit ziemlichem Glück bearbeitet, und ganz auf das Geſetz des Hebels gebracht; auch fand Tartalea einige richtige Sätze der Lehre von geworfenen Körpern. Simon Stevin (Beghinſelen der Weghkonſt, Amſt. 1596. 4.) entdeckte endlich das wahre Geſetz des

Gleichgewichts auf der ſchiefen Ebne, erfand die ſinnreiche Methode, die Größe der Kräfte durch gerade mit ihrer Richtung parallel laufende Linien auszudrücken, und kam dadurch auf den Satz des Gleichgewichts zwiſchen drey Kräften, der zum allgemeinen Grundſatze der Statik dienen kan, ſ. **Gleichgewicht.**

Die glänzende Epoche der Mechanik aber fängt erſt von den Zeiten des **Galilei** an, deſſen wichtige Entdeckung der Geſetze fallender Körper bey dem Worte: **Fall der Körper** erzählt worden iſt. Hiedurch ward der erſte Grund zur höhern Mechanik gelegt, von der ſchon Galilei ſelbſt einige Lehren, z. B. vom paraboliſchen Wege geworfener Körper, von der Bewegung der Pendel, vom Widerſtande feſter Körper ꝛc. weiter entwickelte. Ihm gehört auch der Satz, daß einerley Kraft ſtets einerley Zeit braucht, um eine gegebne Laſt durch einen gegebnen Raum zu führen, und daß daher bey allen Maſchinen eben ſo viel an Raum oder Zeit verlohren, als an Kraft gewonnen wird. Dieſe Entdeckungen wurden von ihm ſchon gegen das Ende des ſechszehnten Jahrhunderts gemacht, aber erſt ſpäter in ſeinen mechaniſchen Abhandlungen (Diſcorſi e dimoſtrazione matematiche intorno a due nuove ſcienze attenenti alla Mecanica ed i muovimenti locali. Leid. 1638. 4.) vorgetragen. Von den darüber entſtandnen Streitigkeiten ſ. den Art. **Fall der Körper.**

Aus dieſen Erfindungen des Galilei entſprang in der erſten Helfte des ſiebzehnten Jahrhunderts die höhere Mechanik durch **Torricelli, Baliani, Borelli** in Italien, ſo wie durch **Roberval** und **Descartes** in Frankreich. Der P. **Merſenne**, durch deſſen ausgebreiteten Briefwechſel damals die Gelehrten mehrerer Länder in Verbindung ſtanden, veranlaßte durch vorgelegte Fragen und Aufgaben eine Menge hieher gehöriger Unterſuchungen, die man in ſeiner Harmonia vniuerſali und ſeiner Abhandlung de mechanica findet. **Descartes** (Tract. de Mechanica, ed. in Opuſc. poſth. Amſt. 1701. 4.) lehrte die Eigenſchaften der Bewegung noch deutlicher, als Galilei,

und führte den Grundſatz ein, daß das Vermögen einer bewegenden Kraft dem Producte der bewegten Maſſe in ihre Geſchwindigkeit gleich ſey. Er erkannte, daß jede Bewegung mit unveränderter Richtung und Geſchwindigkeit fortdauern müſſe, und daß krummlinigte Bewegungen nicht anders, als durch beſtändige Einwirkung einer ablenkenden Urſache entſtehen könnten. Deſto irriger ſind ſeine Meinungen von den Geſetzen des Stoßes. Sie beruhen auf dem Grundſatze, daß in der Körperwelt immer eine gleiche Summe von Bewegung erhalten werde, wobey aber Descartes Bewegung nach entgegengeſetzten Richtungen nicht gehörig unterſcheidet, ſondern vielmehr jede Bewegung der Ruhe entgegenſetzt, und der letztern eine beſondere Kraft beylegt — Ideen, welche nothwendig auf falſche Folgen führen muſten. Die wahren Geſetze des Stoßes oder der mitgetheilten Bewegung wurden bald darauf von **Wallis**, **Wrenn** und **Huygens** entdeckt, und in den erſten Numern der philoſophiſchen Transactionen bekannt gemacht, ſ. Stoß. **Wallis** (Mechanica, ſ. de motu tract. geom. Oxon. 1669. fol. & in Opp. Vol. I.) trug die bis auf ſeine Zeit gemachten Erfindungen vollſtändig zuſammen.

Huygens bereicherte dieſe Wiſſenſchaft mit verſchiedenen neuen Theorien. Er wandte zuerſt das Pendel an, um den Gang der Uhren gleichförmig zu machen; er entdeckte die merkwürdigen Eigenſchaften, welche der Cykloide hiebey zukommen; er erweiterte und berichtigte die Theorien vom Mittelpunkte des Schwunges und des Stoßes, und erfand die Sätze von der Schwungkraft im Kreiſe, ſ. Centralkräfte (Th. I. S. 496 u. f. ingl. S. 500.).

Endlich vollendete **Newton** durch ſeine Entdeckungen das Gebäude der höhern Mechanik, das er in ſeinem unſterblichen Werke (Philoſophiae naturalis principia mathematica. Lond. 1687. 4.) aufgeführt, und der Mechanik der Himmelskörper oder der phyſiſchen Aſtronomie zum Grunde gelegt hat. Er behandlete die Lehre von den krummlinigten Centralbewegungen in der gröſten Allgemeinheit, fand durch Anwendungen der erhabenſten Geometrie ihre Geſetze, und entwarf zuerſt eine vollſtändige Theorie der

Bewegungen in widerſtehenden Mitteln. In der Vorrede ſeines Werks unterſcheidet er die höhere Mechanik (Mechanicam rationalem ſ. ſcientiam motuum & virium) ausdrücklich von der gemeinen oder der Maſchinenlehre (Mechanica practica ſ. ſcientia potentiarum ad artes manuales ſpectantium), und man hat ſeitdem dieſen Unterſchied genau zu beobachten fortgefahren.

Von dieſer Zeit an ward die höhere Mechanik mit Hülfe der Rechnung des Unendlichen immer anſehnlicher erweitert. Man pflegte ſich damals Aufgaben vorzulegen, an deren Auflöſung die Mathematiker ihre Geſchicklichkeit zeigen, und die Stärke ihrer Methoden prüfen konnten. Dahin gehören die mechaniſchen Probleme von den iſochroniſchen Curven, der Kettenlinie, der elaſtiſchen Curve, der Linie des kürzeſten Falles, der Figur des kleinſten Widerſtandes u. a., woran **Huygens**, **Leibnitz**, **Jacob** und **Johann Bernoulli**, **de l'Hopital**, **Fatio de Duillier**, **Saurin** u. a. ihre Kräfte geübt, und dabey manche nützliche Methoden und Lehrſätze gefunden haben.

Hermann (Phoronomia ſ. de viribus & motibus ſolidorum & fluidorum libri II. Amſt. 1716. 4.) trägt die Lehren der höhern Mechanik ſynthetiſch, **Euler** hingegen (Mechanica, ſ. motus ſcientia analytice pertractata. Petrop. 1736. II To. 4. maj. und Theoria motus corporum ſolidorum ſ. rigidorum. Roſtoch. & Gryphisw. 1765. 4.) analytiſch vor. **D'Alembert** (Traité de Dynamique. à Paris, 1743. 4.) ſtellt eine ſehr ſcharfe Prüfung der Gründe an, auf welchen das ganze Gebäude der Mechanik beruht, und ſucht dieſelben mehr aufzuklären und ſchärfer zu erweiſen. Einen ähnlichen Verſuch hat auch **Lambert** gemacht (Gedanken über die Grundlehren des Gleichgewichts und der Bewegung, in den Beyträgen zum Gebrauch der Mathematik, II. Theil, Berlin, 1770. 8. Num. 11.). Kürzere Einleitungen in dieſe Wiſſenſchaft haben die Herren **Käſtner** (Anfangsgründe der höhern Mechanik. Götting. 1766. 8.) vorzüglich aus Eulers und Joh. Bernoullis Werken, und **Karſten** (Lehrbegrif der geſammten Mathematik, im 3ten und 4ten Theile) mit ſchönen Anwendungen auf das Ma-

ſchinenweſen gegeben. Das neuſte Syſtem der höhern Mechanik von Herrn de la Grange (Mechanique analytique. à Paris, 1788. 8.) leitet in der höchſten Allgemeinheit, und ohne alle Figuren, die ganze Statik und Dynamik aus einer einzigen Grundformel ab.

Die Maſchinenlehre, welche ohne höhere Mechanik nicht vollkommen ſeyn kan, hat ſeit Newtons Zeiten eine ganz andere Geſtalt, als vormals, gewonnen. In England zeichneten ſich als praktiſche Mechaniker D. Hook und Deſaguliers, in Frankreich Huygens, Hautefeuille, Varignon, de la Hire, Amontons, Parent, Camus u. a. aus. Hook und Hautefeuille brachten zuerſt die Spiralfeder bey den Uhren, und Römer die epicykloidaliſchen Zähne an dem Räderwerk an. Varignon (Nouvelle Mecanique. à Paris, 1725. 4.) brachte die Statik ganz auf Stevins Grundſatz vom Gleichgewichte dreyer Kräfte; und de la Hire (Traité de Mecanique. Paris, 1695. 4.) gab einen neuen Beweis vom Geſetze des Hebels, ſehr ähnlich mit demjenigen, auf welchen nachmals Herr Käſtner für ſich gekommen iſt, ſ. Hebel. Amontons, Parent, Muſſchenbroek und Deſaguliers klärten zuerſt die Lehren vom Reiben und von der Steife der Seile auf, und Camus (Traité des forces mouvantes. Paris, 1722. 8.) handlete die Anfangsgründe der Maſchinenlehre mit vieler praktiſchen Geſchicklichkeit ab.

Einleitungen in die Statik und Maſchinenlehre enthalten die Lehrbücher der angewandten Mathematik, vornemlich das Käſtneriſche. Herr Karſten (Lehrbegrif der geſ. Math. III—VI. Theil) hat ſehr viel brauchbares vom Maſchinenweſen beygebracht, ſo wie Martin (Philoſophia Britannica, nach der deutſchen Ueberſ. Leipzig, 1778. 8.) und Mönnich (Anleitung zur Anordnung und Berechnung der gebräuchlichſten Maſchinen, 1ſte Abth. Augſp. 1779. 8.). Einen ſehr leichten und faßlichen Vortrag der Maſchinenlehre enthält des Herrn Büſch Verſuch einer Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerlichen Lebens (2te Aufl. Hamburg, 1776. 8.). Ein Verzeichniß der vornehmſten mechaniſchen Schriften bis auf ſeine Zeit liefert Wolf

(Kurzer Unterricht von den vornehmſt. mathem. Schriften Cap. 8., im vierten Theile ſ. Anfangsgr. der math. Wiſſenſch.)

Mechaniſmus, Mechaniſmus, *Mechaniſme.* Eigentlich bedeutet dieſes Wort den Bau oder die innere Einrichtung einer Maſchine, mittelſt welcher die Kraft in derſelben ihre Wirkung hervorbringt. So redet man von dem Mechaniſmus einer Uhr, eines Mühlwerks u. dgl. Im weitläuftigern Sinne heißt Mechaniſmus überhaupt die Art und Weiſe, auf welche eine materielle Urſache ihre Wirkung hervorbringt. So ſagt man, es ſey möglich, daß Anziehung, Schwere, Cohäſion ꝛc. durch Stoß oder Druck einer feinen Materie vermittelſt eines uns unbekannten Mechaniſmus bewirkt werden.

Meer, Mare, *Mer.* Die große Sammlung von Waſſer, welche die niedrigern Stellen der Erdfläche bedeckt, und in welche ſich die Flüße ergießen. Ueber zwey Drittel der ganzen Erdfläche ſtehen unter Waſſer, ſ. **Erdkugel.** Die gröſten und tiefſten Thäler der Erdrinde bilden rings um die feſten Länder ein großes zuſammenhängendes Baſſin, in welchem ſich das **Weltmeer**, die ofne See (Oceanus, *Ocean*) befindet. Diejenigen Theile davon, welche ſich tief zwiſchen das Trockne hinein erſtrecken, heiſſen **Meerbuſen**, **Golfen** (Sinus), und ſind mit dem Weltmeere insgemein durch **Meerengen**, **Straſſen** (Freta *Détroits*) verbunden. Sammlungen von Waſſer mitten im Lande heiſſen **Landſeen**, ſ. **Seen.**

Das Weltmeer wird insgemein unter vier große Abtheilungen gebracht. Das **Eismeer** (Oceanus ſeptentrionalis ſ. glacialis) umgiebt die Gegenden des Nordpols; das **atlantiſche** (Oceanus atlanticus) zwiſchen den weſtlichen Küſten der alten und den öſtlichen der neuen Welt, wird nordwärts auch die **Nordſee**, und ſüdwärts das **äthiopiſche Meer** genannt; die **Südſee** oder das **ſtille Meer** (Oceanus auſtralis, Mare pacificum) befindet ſich zwiſchen den weſtlichen Küſten von Amerika und den öſtlichen von

Aſien; endlich das **indiſche Meer** (Oceanus indicus) geht von Aſiens ſüdlichſten Küſten gegen den Südpol herab.

Unter den Meerbuſen iſt der gröſte und merkwürdigſte das **mitelländiſche Meer** (Mare mediterraneum), welches ſich zwiſchen Europa, Afrika und Aſien über 50 Grad weit ins Land hineinſtreckt, und nur durch die enge Straße bey Gibraltar mit dem atlantiſchen Ocean zuſammenhängt. Es wird ſeiner anſehnlichen Größe wegen wiederum in verſchiedene Theile getheilt, wovon wir nur das **adriatiſche**, das **ägeiſche Meer**, das **Mare di Marmora** (Propontis) und das **ſchwarze Meer** (Pontus Euxinus ſ. mare nigrum) bemerken wollen. Das leztere iſt mit dem Mare di Marmora durch die Straße bey Conſtantinopel (Boſphorus thracicus), und dieſes mit dem ägeiſchen Meere durch den **Helleſpont** oder die **Dardanellen** verbunden.

Durch die Meerenge bey Gibraltar geht in der Mitte ein beſtändiger Strom aus dem atlantiſchen Meere in das mittelländiſche; auf den Seiten aber geht er zweymal im Tage ein und zurück. Auch das ſchwarze Meer ſtrömt durch den Boſphorus und die Dardanellen ein, und führt das Waſſer der groſzen Flüße, die es aufnimmt, dem mittelländiſchen Meere zu. Auſſerdem ergießen ſich in dieſes Meer noch eine Menge anſehnlicher Ströme, ohne daß man irgendwo einen Ausfluß ins Weltmeer oder ein bleibendes Anwachſen des Waſſers wahrnimmt. Es entſteht alſo die Frage, wo dieſes Waſſer bleibe? **Kircher** (Mund. ſubterran. To. I.) glaubt, es werde durch unterirdiſche Gänge, beſonders unter der Landenge zwiſchen Afrika und Aſien, abgeführt; **Halley** (Miſcellan. curioſa To. I.) und **Buffon** (Hiſt. naturelle To. I. p. 399.) hingegen laſſen es durch die Ausdünſtung hinweggehen, wobey **Popowitſch** (Unterſuchungen vom Meere, Frf. u. Leipz. 1750. 4.) noch die unterirdiſche Wärme zu Hülfe nimmt. Alle dieſe Schriftſteller aber ſetzen bey ihren Berechnungen die Menge des einſtrömenden Waſſers bey weitem zu gering an. Nach **Bergmanns** Ueberſchlage führt der Strom in der Meerenge bey Gibraltar ſoviel Waſſer ein, daß dadurch die Oberfläche des mittelländiſchen Meeres in einem Jahre gegen 22 Fuß höher werden

müſte, und nur der Nil allein würde noch 4 Fuß hinzuſetzen. Die Ausdünſtung hingegen erniedrigt die dünſtenden Flächen jährlich nur etwa um 30 Zoll, und durch den herabfallenden Regen ꝛc. werden ſie faſt um eben ſoviel wieder erhöhet. Mithin iſt die Ausdünſtung viel zu ſchwach, um das Phänomen zu erklären, zu geſchweigen, daß eine ſo ſtarke Verdünſtung des aus dem Weltmeere gekommenen Waſſers eine ungeheure Menge von Salz zurücklaſſen müſte, die man doch im mittelländiſchen Meere nicht wahrnimmt. Wahrſcheinlicher iſt es alſo, daß ſich in der Tiefe des Meeres ein ausführender Strom befinde; ſo wie durch eine Thür zwiſchen einem wärmern und einem kältern Zimmer, die leichtere Luft aus jenem oben aus, und die ſchwerere unten einſtrömt. Der Graf **Marſigli** (Hiſtoire phyſique de la mer. Amſterd. 1725. fol.) hat im thraciſchen Boſphorus wirklich ſolche entgegengeſetzte Ströme gefunden; und nach den Beobachtungen der engliſchen Schiffer giebt es dergleichen auch im Sunde. **Buffons** Einwendung, daß die Hypotheſe der doppelten Ströme gegen die Geſetze der Hydraulik ſtreite, iſt ungegründet, und von **Waiz** (Schwed. Abhandl. von 1755, der deutſchen Ueberſ. S. 28 u. f.) hinreichend widerlegt worden. Im Jahre 1712 ward ein holländiſches Schif in der Mitte der Meerenge in Grund geſchoßen; einige Tage darauf fand man faſt eine Meile weſtwärts Tonnen davon, die zu Boden geſunken und dem untern Strome gefolgt waren (Waiz, S. 29.).

Ein andrer großer Meerbuſen iſt das **baltiſche Meer** oder die **Oſtſee**, zwiſchen den Küſten von Deutſchland, Preuſſen, Liefland und Schweden. Sie hängt mit der Nordſee durch drey Meerengen, den **Sund**, den großen und den kleinen **Belt** zuſammen, durch welche beſtändig Waſſer in ſie einſtrömet. Der **arabiſche Meerbuſen** oder das **rothe Meer** zwiſchen Arabien und Afrika iſt wegen ſeiner häufigen rothen Corallen berühmt, und ſoll nach **de l'Isle** (Mém. de Paris. 1702) ehedem mit dem Nil und dadurch mit dem mittelländiſchen Meere in Verbindung geſtanden haben. Andere, z. B. den perſiſchen Meerbuſen, das weiſſe Meer ꝛc. muß man aus den geographiſchen Handbü-

chern kennen lernen. Die breitern führen den Namen der Bayen, wie die Hudſonsbay, Baffinsbay u. ſ. w.

Der Boden des Meeres iſt wie die Oberfläche des feſten Landes gebildet, ſo daß Thäler, Hügel und Berge überall mit einander abwechſeln. Dies beweiſen die aus dem Meere hervorragenden Klippen und Inſeln, und die verſchiedene Tiefe des Waſſers. Man findet auf dem Meergrunde Schichten von verſchiedenen Materien, dergleichen Donati (Della ſtoria naturale marina dell' Adriatico. Venez. 1750. 4. Vitaliano Donati Auszug der Naturgeſch. des adriat. Meeres, Halle, 1753. gr. 4.) unterſucht, und von Marmor, Fels, Sand, Erdarten, mit Kies und Conchylien vermiſcht, gefunden hat. Dieſe Schichten erhöhen ſich von Zeit zu Zeit. Deſto wahrſcheinlicher wird hieraus der Satz, daß auch unſer feſtes Land ehedem Meergrund geweſen ſey, ſ. Erdkugel. Es giebt auch Quellen auf dem Boden des Meeres. Kircher (Mund. ſubterr. To. I. p. 97.) erzählt, der ſicilianiſche Taucher Peſce Cola habe auf dem Grunde der Charybdis einen reißenden Strom entdeckt.

Die Tiefe des Meeres iſt ſehr verſchieden. Boyle (Relationes de fundo maris Sect. 1.) erzählt, im Canale zwiſchen England und Frankreich habe man in einer Entfernung von zwo Schifslängen die Tiefe an einem Orte 30, am andern 100 Klaftern gefunden daß es alſo daſelbſt eine jähe Klippe geben muß. Die gröſte Meerestiefe iſt noch nicht bekannt. Forſter erreichte um den Aequator, wo man ſie immer am gröſten findet, mit 250 Klaftern noch keinen Grund. Er meldet, daß ſolche Verſuche große Umſtände erfordern, weil das Schif dabey in den Wind gelegt, und die halbe Mannſchaft auf das Verdeck commandirt werden muß, welches die Schifskapitäne nicht leicht zugeben.

Dampier (Voyage autour du monde. To. II. p. 119 ſq.) nahm wahr, daß das Meer längſt den Küſten insgemein um ſoviel tiefer iſt, je höher die Küſten ſind; daß man hingegen an flachen niedrigen Küſten die geringſte Tiefe und die bequemſten Ankerplätze findet. Buffon (Hiſt. naturelle To. II. p. 199. edit. in 12.) zieht daraus die allge-

meine Regel, daß die Ungleichheiten des Meergrunds mit denen auf den angrenzenden Küſten übereinſtimmen. Dem zufolge müſte das Weltmeer gegen den Chimboraço in Südamerika am tiefſten, gegen die öſtliche Seite von Aſien ſeichter, und das mittelländiſche gegen den weitgeſtreckten Atlas ſeichter, gegen die Pyrenäen tiefer ſeyn. Auch giebt **Marſigli** die Tiefe des Meers an den franzöſiſchen Küſten ſehr groß, und bis auf 1500 Toiſen an. **Forſter** aber bemerkt, daß im Südmeere ſehr häufige Ausnahmen von dieſer Regel vorkommen.

Das **Meerwaſſer** hat einen ſalzigen und zugleich bittern Geſchmack, und mehr eigenthümliches Gewicht, als das ſüße Waſſer. Nach dem Aequator zu iſt es am ſchärfſten, nach den Polen weniger geſalzen: auch iſt es in der Tiefe ſalziger und bitterer, als oben. **Bergmann** hat über dieſen Salzgehalt viele Verſuche geſammlet, welche aber ſo weit von einander abweichen, daß ich kein Mittel daraus zu ziehen wage. Es iſt auch der Grad der Salzigkeit an einerley Orte veränderlich. **Marſigli** legt dem mittelländiſchen Meere 1 Loth, andere 2, 3 bis 4 Loth Salz aufs Pfund bey. Ueberhaupt aber iſt es noch weit entfernt, von Salz geſättigt zu ſeyn, und weit ſchwächer als die Solen, welche zum Salzſieden gebraucht werden. Dennoch erhält man, beſonders in Frankreich und Holland, durch Abdünſten Kochſalz aus dem Seewaſſer, welches insgemein **Boyſalz** genannt wird, von deſſen Bereitung **Gaubius** (De aqua maris ſeptemtrionalis orae belgicae in ſ. Adverſariis p. 1.) und **Bergmann** (De aqua pelagica in Opuſc. Vol. I. S. 179.) handlen.

Den Grund der Bitterkeit ſuchte man ehedem in einem beygemiſchten Erdharze oder Bergfette, welches **Marſigli** von den im Grunde befindlichen Steinkohlen herleitete, und ſogar den Geſchmack des Seewaſſers durch 46½ Loth Waſſer, 1½ Loth Kochſalz und 48 Gran flüchtigen Steinkohlengeiſt nachzuahmen ſuchte. Aus dieſem Grunde hielt man es auch für unmöglich, ihm dieſe Bitterkeit ohne Zuſatz einer fremden Materie zu benehmen. Allein **Bergmann** und **Macquer** (Chym. Wörterb. Art: **Seewaſſer**) haben

nach den genauſten Verſuchen keine Spur von Bergfett darinn gefunden. Der erſtere erhielt aus einer ſchwediſchen Kanne Seewaſſer, 2 Unzen und 432 Gran Kochſalz, 380 Gran Bitterkochſalz, und 45 Gran Gyps. Nach allen Verſuchen bleibt nach dem Anſchießen des Salzes eine dicke Lauge übrig, in welcher noch Salzſäure, weiſſe Magneſia, Glauberſalz und ſelenitiſche Theile ſtecken. Da alle dieſe Theile nichts flüchtiges enthalten, ſondern beym Abdünſten des Waſſers zurückbleiben, ſo muß es ſehr wohl möglich ſeyn, durch die Deſtillation das Seewaſſer trinkbar zu machen.

Man hat dennoch bey dieſer für die Seefahrer ſehr wichtigen Aufgabe viele Schwierigkeiten gefunden. Nach dem Plinius (H. N. XXXI. 6.) fiengen die Alten die Dünſte des Seewaſſers mit aufgehangnen oder ausgeſpannten Fellen auf, welche alsdann ausgedrückt ſüßes Waſſer gaben. Plinius ſchlägt auch vor, hohle Gefäße von Wachs tief ins Meer zu ſenken, die ſich durchs Wachs mit filtrirtem trinkbaren Waſſer füllen würden. Selbſt Leibnitz (Act. Erud. Lipſ. 1682. p. 386.) räth an, das Seewaſſer durch Glötte zu filtriren. Marſigli glaubte durch ein 75 Zoll hohes mit Sand und Erde gefülltes Rohr dem Seewaſſer, das er durch ſelbiges geſeihet hatte, den größten Theil des Salzes und der Bitterkeit benommen zu haben. Aber der P. Feuillee fand alle dieſe Vorſchläge des Filtrirens unzureichend. Samuel Reyher (Act. Erud. Lipſ. 1697. p. 398.) bemerkte zuerſt, daß das Eis aus Seewaſſer ganz ohne Salz ſey. Dieſe Beobachtung, die ſich vollkommen beſtätiget hat, giebt ein ſicheres Mittel, trinkbares Waſſer durchs Gefrieren zu erhalten; allein die Seefahrer können daſſelbe nur ſelten anwenden.

Mehrere ſehr aufgeklärte Naturforſcher verſuchten die Deſtillation mit ſolchen Zuſätzen, welche dabey das vermeinte flüchtige Erdharz zurück halten ſollten. So deſtillirte Hauton (Philoſ. Trans. no. 67.) das Seewaſſer über fixes Alkali, und glaubte das Uebergegangene durch eine Erde reinigen zu können. Liſter (Phil. Trans. no. 156.) trieb es über Seegras (Alga marina), Appleby und Wat-

ſon (Phil. Tr. Vol. XLVIII. P. I. p. 69.) über Höllenſtein, gebrannte Knochen und ätzendes Laugenſalz, Chapman (Phil. Tr. Vol. L. P. II. p. 635.) über Seiſe und Aſche.

Da das faulende Waſſer, wenn es das flüchtige verlohren hat, von dem Bodenſatze geſchieden, wieder klar und gut wird, ſo hat ſchon Leutmann, nachher aber Hales (Edinb. Medical Eſſays To. V.) verſucht, das Meerwaſſer durch die Fäulniß zu reinigen. Er läſt es in bedeckten Gefäßen faulen, bis der Geruch verſchwunden iſt, und deſtillirt es alsdann viermal ohne Zuſatz.

Man iſt aber endlich wiederum auf den richtigen Weg der ſimplen Deſtillation zurückgekommen, wobey es nur auf bequeme Maſchinen ankömmt, um eine hinreichende Menge Waſſers ohne großen Zeitverluſt und Aufwand von brennbaren Materien zu erhalten. Gautier, ein Arzt zu Nantes, erfand eine ſolche Maſchine im Jahre 1717 (ſ. *Gallon* Recueil des machines approuvées par l'Acad. To. III. no. 189.), durch die er ein völlig trinkbares Waſſer bereitete; aber ſie war noch zu unbequem für die Seefahrer. Im Jahr 1765 gab Poiſſonnier, Mitglied der mediciniſchen Facultät zu Paris, einen Apparat an, der aus einem ablangen kupfernen inwendig verzinnten Gefäße, mit einem Hute an jedem Ende verſehen, beſteht, nur zween Matroſen zur Behandlung erfordert, und dennoch in einem Tage 4200 Kannen Waſſer liefern kan. In England zeigte D. Lind (Eſſay on diſeaſes incident to Europeans in hot climates) eine bequeme und ihrem Endzwecke vollkommen entſprechende Methode der Deſtillation. Nach ſeinen Vorſchriften erfand D. Irving eine ganz einfache Deſtillirmaſchine, und erhielt dafür vom brittiſchen Parlamente eine Belohnung von 4000 Pf. Sterling. Man braucht dabey nicht mehr Brennholz, als ſonſt, ſondern es wird blos an vier Tagen der Woche, da die Matroſen kein Fleiſch bekommen, der eine Kochkeſſel, der ohnehin mit Seewaſſer gefüllt werden muß, um nicht vom Feuer zu leiden, mit einem hölzernen Deckel bedeckt, an dem ſich eine kupferne Röhre mit einer Vorlage und einem Kühlgefäße befindet, in welches letztere ein Matroſe beſtändig friſches Seewaſſer hineinpumpt und

durchlaufen läſt. Bey Cooks Seereiſe im Jahr 1772 war dieſe Methode auf beyden Schiffen angebracht, und gab jedesmal 120 Quart Waſſer, welches aber für das Bedürfniß der Mannſchaft bey weitem nicht zugereicht hätte, wenn man ſich auf dieſes deſtillirte Waſſer allein hätte verlaſſen ſollen. So bequem dieſe Einrichtung iſt, ſo geſteht doch Herr Forſter, daß ſie noch immer mehr Holz erfordere, als irgend ein Schif mit ſich führen kan, wenn man hinlängliches Trinkwaſſer dadurch erhalten wolle, daß ſie alſo nur im Nothfall von wirklichem Nutzen ſeyn könne, welches inzwiſchen bey einer Aufgabe von dieſer Art ſchon genug iſt.

Ueber die Urſache der Salzigkeit des Seewaſſers ſind die Meinungen ſehr getheilt geweſen. Die Scholaſtiker leiteten ſie nach dem Ariſtoteles (Meteor. II. 3.) von der Wirkung der Sonne, und den Ausdünſtungen des trocknen Landes her, die mit dem Regen ins Meer fielen. Wenn dieſes wäre, ſo müſte das Meer, der Erfahrung zuwider, oben ſalziger, als in der Tiefe, ſeyn. Halley (Philoſ. Trans. no. 344.) glaubte, das Salz komme aus den Flüßen. De Maiſon-Neuve (in Rozier Journal Nov. 1778) leitet es ebenfalls von den Flüßen her, worinn es ſich durch die von der Ebbe und Fluth verurſachte Bewegung auflöſe. Gleichwohl bemerkt man nicht, daß die Salzigkeit des Meers zunimmt, wie doch alsdann geſchehen müſte, weil die Flüße immer Salz zuführen würden, die Ausdünſtung aber keines abführt. Andere behaupten, das Meer ſey geſalzen erſchaffen, oder das Salz werde in demſelben erzeugt. Am wahrſcheinlichſten erklärt man es aus den auf dem Grunde befindlichen Salzbergen und Salzlagern, welche nach und nach aufgelöſet werden. Es wird zwar eingewendet, daß das Meer dann mit Salz geſättigt ſeyn müſſe; vielleicht aber iſt es auch in den gröſten Tiefen, wo es Salzbänke berührt, wirklich geſättigt, und theilt nur ſeinen Gehalt dem obern Waſſer aus Mangel an Bewegung nicht mit; ſo wie ruhig ſtehendes Waſſer in Gefäßen nur wenig Salz auflöſet, und auf der Oberfläche kaum einigen Geſchmack davon erhält. Uebrigens nützt das Salz dem Meere dazu, daß dieſes gröſſere Laſten trägt und nicht ſo leicht gefriert. Einige ſetzen

noch hinzu, daß das Salz die im Meer enthaltenen thieriſchen und vegetabiliſchen Theile vor der Fäulniß ſchütze. Aber die Erfahrung lehrt, daß das Salz, wenn es dem Waſſer in geringer Menge beygemiſcht iſt, die Fäulniß vielmehr befördert, ſ. Leuchtende Körper.

Die gewöhnlichſte Farbe des Seewaſſers iſt himmelblau oder grün, ob man gleich auch andere Farben wahrnimmt, die theils vom Boden, theils von darinn befindlichen Inſekten oder Seepflanzen herrühren. So haben mehrere vor der Mündung des Plataflußes das Meer roth gefunden, und der Meerbuſen bey Californien hat von dieſer Farbe den Namen Mare de Vermejo erhalten. **Forſter** bemerkt, daß die Farbe des Oceans ſehr vom klaren oder trüben und bewölkten Himmel abhange. **Halley** ließ ſich unter der Taucherglocke tief ins Meer, fand das Obertheil ſeiner Hand, worauf die Sonne durchs Waſſer und durch ein Fenſter in der Glocke ſchien, roſenroth, das Untertheil grün (*Newton* Optic. L. II. P. I. prop. 10.), daß alſo das Meer die rothen Stralen durchließ und die grünen zurückwarf. Ueber die Durchſichtigkeit des Seewaſſers findet man Verſuche bey **Bouguer** (Traité d'Optique ſur la gradation de la lum. p. 65.) und **Lambert** (Photometr. §. 468.). Bouguer ſetzt, es werde das Licht, wenn es durch 10 Fuß Seewaſſer geht, im Verhältniße 5 : 3 oder 5 : 3½ geſchwächt, und eine Dicke von 679 Fuß Seewaſſer würde alle Durchſichtigkeit benehmen.

Das Meer wirft zuweilen bey Nacht einen **leuchtenden Schein** von ſich. Nach Kirchern ſoll **Americus Veſpucci** dies zuerſt wahrgenommen haben. Dieſes Licht erſcheint bisweilen bey ſtiller See, wie tauſendfältige Sterne auf der Oberfläche zerſtreut, bisweilen bey der Bewegung, wo die Wellen brechen oder an feſte Körper ſchlagen; oft leuchtet auch nur die nächſte Gegend um das Schif, und beſonders die Furche, die daſſelbe im Waſſer nach ſich läßt, oder die Spur der ſchwimmenden Fiſche. Der P. **Bourzes** (Lettres édifiantes. To. IX. Paris. 1730.), der auf ſeiner Reiſe nach Indien ſchätzbare Beobachtungen hierüber gemacht hat, ſucht den Grund davon in einer fetten oder

klebrichten Materie im Seewaſſer, die vielleicht von der Fäulniß herrühre. Hiemit ſcheinen **Canton's** Verſuche (Philoſ. Trans. Vol. LIX. p. 446.) die ich bey dem Worte: **Leuchtende Körper**, angeführt habe, ſehr wohl übereinzuſtimmen, nach welchen das Leuchten der Seefiſche und des Waſſers, worinn man ſie ſchüttelt, mit dem erſten Anfange der Fäulniß verbunden zu ſeyn ſcheint.

Vianelli (Nuove ſcoperte intorno alle luci notturne dell' acqua marina Venez.) und **Griſellini** (Nouvelles obſ. ſur la ſcolopendre marine), zween Venetianer, imgleichen **Nollet** (Mém. de Paris, 1750.) ſchreiben das Leuchten des Seewaſſers einem phoſphoriſchen Inſekte zu. Der letztere ſahe die leuchtenden Punkte auf dem Seegraſe des Bodens, wie Inſekten, ſpringen. **Le Roi** (Obſerv. ſur une lumiere produite dans la mer in den Mém. préſentés. To. III.) bemerkte, daß das Schif im Segeln bey Tage eine Menge kleiner Theilchen in die Höhe warf, die bey Nacht feurig ſchienen, aber er hält ſie nicht für Inſekten, weil er ſie mit dem Schnupftuche aufgefangen, rund und ohne Merkmale einer thieriſchen Beſchaffenheit fand. **Fougeroux de Bondaroy** (Sur la lumiere, que donne l'eau de la mer dans les lagunes de Veniſe in den Mém. de Paris 1767.) ſchreibt dieſes Leuchten einer kleinen Nereide, und **Forskal** nach **Niebuhrs** Erzählung (Reiſe nach Arabien Th. I. S. 7.) einer Menge von Meduſen zu. Auch **Bartholin** (De luce animalium) und **Donati** haben es von Meergewürmen (Molluſca) hergeleitet.

Forſter unterſcheidet drey Arten des Leuchtens. Die erſte, die ſich blos in der Nähe des Schifs zeigt, erklärt er für ein elektriſches Phänomen; die zwote, die ſich bey langen Windſtillen über die ganze See verbreitet, hält er für ein phoſphoriſches durch Fäulniß erzeugtes Licht; die dritte entſteht nach ihm aus dem Leuchten unzählbarer groſſen und kleinen Thierchen.

Das Meer wird durch äuſſere Urſachen beſtändig in **Bewegung** erhalten. Die Winde bringen auf der Oberfläche **Wellen** oder **Wogen** hervor, deren Größe nach der Stärke des Winds veränderlich iſt. Nach **Marſigli**

ſoll auf dem mittelländiſchen Meere die lothrechte Höhe der Wellen, vom ſtillen Waſſer an gerechnet, nie über 8 Fuß gehen: in der Oſtſee ſind ſie zuweilen höher. Wenn viele zuſammenſtoßen, wird die Tiefe größer. Die Taucher ſpüren in einer Tiefe von 15 Klaftern keine Bewegung mehr, wenn gleich die Oberfläche noch ſo unruhig iſt, und die oſtindiſchen Perlenfiſcher tauchen ohne Bedenken unter, wenn kein Schif auszulaufen wagt.

Ariſtoteles (Problem. Sect. XXII. XXIII.), Plinius (H. N. II. 106.) u. a. erzählen, man könne das ſtürmiſche Meer durch aufgegoßnes Oel beruhigen, auch werde es dadurch durchſichtiger, daher auch die Taucher Oel aus dem Munde um ſich zu ſpritzen pflegten. So fabelhaft dieſes ſcheint, ſo hat doch Franklin (Of the ſtilling of waves by means of Oil, in Philoſ. Trans. Vol. LXIV. P. II. no. 44.) die Wahrheit der Beobachtung vertheidigt, und durch Verſuche gezeigt, daß aufgegoßnes Oel wirklich entſtandene Wellen, wenigſtens im Kleinen, ſtille. Meiſter (De olei aquae ſuperfuſi effectibus opticis et mechan. in Comm. Soc. Gotting. Claſſ. Math. To. I. ad a. 1768.) zweifelt an der Wirkung im Großen, bringt aber ſchöne Verſuche über die Bewegung der Fläche bey, mit der ſich Oel und Waſſer berühren.

Eine andere Bewegung des Meers iſt die Ebbe und Fluth, von welcher ein eigner Artikel dieſes Wörterbuchs handlet.

Eine dritte beſteht in den Strömen (courans) des Meeres. Im Weltmeere geht zwiſchen den Wendekreiſen ein beſtändiger Strom von Oſten nach Weſten, welcher durch den Umlauf des Monds, durch die Umdrehung der Erde um ihre Axe und durch den beſtändigen Oſtwind in dieſen Gegenden zu entſtehen ſcheint. Dieſer Strom macht, daß man von Amerika nach den Molucken geſchwinder ſegelt, als auf dem Rückwege. Riccioli, Kircher, Varenius und Fournier haben viele Beobachtungen dieſer Art geſammlet: ſie erwähnen auch einen Strom von den Polen gegen die Linie, der ſich vielleicht daraus erklären ließe, daß um die Linie die Ausdünſtung ſtärker, alſo das Waſſer ſalziger

und ſchwerer iſt, mithin unterwärts ausweicht, indem das ſüßere und leichtere Waſſer der Pole auf der Oberfläche hin entgegenſtrömt. Neuere Seefahrer gedenken dieſes letztern Stroms nicht mehr. Particuläre Ströme an einzelnen Orten entſtehen größtentheils aus der Ebbe und Fluth durch die beſondere Lage der Inſeln, Küſten und Klippen.

Zum Schluß dieſes Artikels muß ich noch der berühmten Frage von der beſtändigen Abnahme des Meerwaſſers gedenken. **Dalin** betrachtete in ſeiner Geſchichte Schwedens dieſes Land als ein neuentſtandenes, und gründete ſeine Behauptung darauf, daß gewiße jetzt trockne Gegenden ehedem unter Waſſer geſtanden hätten, und einige in vorigen Zeiten ausgehauene Merkmale der Waſſerhöhe jetzt ziemlich hoch über der Meeresfläche ſtünden. Dies veranlaßte den Profeſſor **Celſius** zu einigen Veranſtaltungen, wodurch er im Jahre 1743 zu finden glaubte, daß die Meereshöhe an den ſchwediſchen Küſten jährlich um $4\frac{1}{2}$ Decimal-Linien, d. i. in 1000 Jahren um 45 Schuhe abnehme. Man findet bey dem Worte: **Erdkugel** (Th. II. S. 62.), daß **de Maillet** etwas ähnliches an den Küſten des mittelländiſchen Meeres wahrzunehmen geglaubt, und darauf eine eigne Hypotheſe über die Bildung der Erde gebaut hat. **Linne** (Oratio de telluris habitabilis incremento in Amoen. acad. Vol. II. p. 402.) behauptete, die Menge des Waſſers vermindere ſich durch eine beſtändige Verwandlung deſſelben in Erde, und das bewohnbare Land werde dadurch immerfort vergrößert. Der Biſchof **Browallius** hingegen (Hiſtor. und phyſik. Unterſ. von der vorgegebnen Verminderung des Waſſers ꝛc. Stockholm, 1756. 8.) ſuchte dieſe Meinung zu widerlegen, und erklärte die bemerkten Veränderungen blos für local und relativ. Um die Frage mit Gewißheit zu entſcheiden, wären weit mehr Erfahrungen von allen Küſten des Meeres nöthig. Den bisherigen läßt ſich das entgegen ſetzen, daß man eben ſo gewiß Stellen findet, die ehedem trocken waren, und jetzt vom Meere überſchwemmt ſind. Und wüßte man auch gewiß, daß die ganze Meeresfläche jetzt niedriger, als vorzeiten, ſtünde, ſo folgte doch daraus noch nicht die Verminderung des Waſſers, weil Veränderungen

im Boden eben das zu bewirken im Stande wären. Die Verwandlung des Waſſers in Erde, welche man durch chymiſche Verſuche hat darthun wollen, iſt ſehr ungewiß, und eher zweifelhaft, ſ. Waſſer.

Bergmann phyſicaliſche Beſchreibung der Erdkugel, a. d. ſchwed. durch Röhl, I. Th. 3 Abth. 5 Cap. und II. Th. 5 Abth. 3 Cap.

Lulofs Einl. zur Kenntniß der Erdkugel, a. d. holl. durch Käſtner, Cap. 12. u. 14.

Errleben Anfangsgr. der Naturl. durch Lichtenberg, §. 673 u. f.

Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel, S. 414 u. f.

De la Fond Dict. de Phyſ. Art. *Mer*.

J. R. Forſters Bemerkungen auf ſeiner Reiſe um die Welt, überſ. mit Anm. von G. Forſter. Berlin, 1783. 8. S. 44 u. f.

Meerbarometer, ſ. **Barometer**, unter dem Abſchnitte: **Reiſebarometer**.

Megalometer, ſ. **Mikrometer**.

Meile, Milliare, *Mille*. Ein Längenmaaß, das man vorzüglich in der Erdbeſchreibung gebraucht, um Entfernungen der Orte und andere Weiten auf der Erdfläche anzugeben. Das Unbeſtimmte und Willkührliche bey der Wahl der Längenmaaße macht, daß die Meilen faſt aller Nationen von einander abweichen.

Das Meilenmaaß iſt römiſchen Urſprungs, wie ſchon der Name verräth. Das römiſche Milliare begrif 1000 Schritte, jeden zu 5 Schuhen gerechnet (Paſſus quinque pedes porrectos habet. *Columella*, V. 1.), oder 8 römiſche Stadien von 125 Schritten (Plin. H. N. II. 23.). Setzt man mit Eiſenſchmidt (De ponderibus et menſ. vet. Arg. 1708. 8. p. 102) das Verhältniß des alten römiſchen Fußes zum pariſer, wie 1324,5 zu 1440, oder wie 883 zu 960, ſo findet man die römiſche Meile = 4600 par. Fuß, oder 766 $\frac{2}{3}$ Toiſen. Zwanzig ſolche Meilen rechnete man für eine Tagreiſe (Diaeta, ſ. l. 3. ff. de Verb. Sign.)

Die neuern europäiſchen Völker aber haben ihre Meilen weit größer angenommen. Anfänglich ſind ſie wohl zufällig, aus einer zuſammengenommenen Summe anderer

Maaße, beſtimmt worden. Nachher bey zunehmenden Kenntnißen gaben ihnen die Geographen Beziehung auf die Größe des Umkreiſes der Erde, und nahmen einen aliquoten Theil des Grades für die Meile an, z. B. den 60ſten, 20ſten, 15ten, je nachdem es das Verhältniß der eingeführten Meile zu der geglaubten Größe des Grades erforderte. In England z. B. war eine Meile eingeführt, deren Länge ohngefähr $\frac{1}{60}$ von der damals bekannten Größe des Grades betrug. Daher ſetzte man die Meile auf $\frac{1}{60}$ Grad, oder auf eine Minute vom Erdumkreiſe. So rechnete auch **Newton**, ſ. **Gravitation** (Th. II. S. 523.). Nachher, da Picards genauere Erdmeſſung bekannt wurde, fand ſich, daß ſolcher Meilen 69 auf einen Grad giengen. Dieſe engliſche **Meile** hält alſo in der That $\frac{57060}{69}$ oder 827 Toiſen. Sie iſt nicht viel größer, als die alte römiſche, und unter den jetzt üblichen die kleinſte.

Die **italiäniſche Meile** iſt der ſechszigſte Theil des Picardiſchen Grades, oder = 951 Toiſen.

Die **franzöſiſchen** Schiffer haben es bequem gefunden, 3 Minuten, oder den zwanzigſten Theil des Grades für eine **Seemeile** anzunehmen, welche daher 2853 Toiſen beträgt. Zu Lande bedient man ſich in Frankreich der *Lieüe* (Leuca Gallica), deren 25 auf einen Grad gerechnet werden. Dieſe *Lieüe* iſt demnach eine Länge von 2283 Toiſen. Man nennt ſie insgemein die franzöſiſche Meile, doch kan das Wort auch richtig durch eine **Stunde Weges** überſetzt werden.

Die **deutſche** oder **geographiſche Meile** (Milliare germanicum) macht den 15ten Theil eines Grades aus. Sie iſt kein beſtimmtes Maaß, das in irgend einem Lande mit unveränderter Größe wirklich eingeführt wäre; vielmehr richtet ſich ihre Größe nach der Größe des Grades vom Umfange der Erdkugel, welche verſchieden iſt, je nachdem man den Grad im Aequator, oder im Mittagskreiſe an verſchiedenen Stellen der Erde nimmt. Dies giebt zwar bequeme Rechnungen, weil man ſo jeden Grad ohne Unterſchied 15 geographiſche Meilen ſetzen darf; es lehrt aber nichts beſtimmtes, weil dieſe Meilen nicht alle gleich groß ſind. Legt

man den Grad des Aequators zum Grunde, welcher nach den neuſten Beſtimmungen (ſ. Erdkugel) 57247 Toiſen beträgt, ſo macht die deutſche Meile $3816\frac{1}{2}$ Toiſen aus: bedient man ſich des Grads auf dem mittlern Umfange der Erde von $57173\frac{1}{2}$ Toiſen, ſo kommen auf dieſe Meile $3811\frac{3}{5}$ Toiſen: iſt man endlich mit Picards Beſtimmung des Grads von 57060 Toiſen zufrieden, ſo hat die deutſche Meile nur 3804 Toiſen. Will man ſolche in geographiſchen Meilen berechnete Angaben auf beſtimmtes Maaß bringen, ſo wird man am wenigſten irren, wenn man die Meile zu $3811\frac{3}{5}$ Toiſen, oder 23661 rheinl. Fuß = 26274 leipz. Fuß annimmt.

Die in Deutſchland in der That üblichen Meilen ſind von verſchiedener Größe, meiſtens zwiſchen 22500 und 25000 rheinl. Fuß, oder zwiſchen 4500 und 5000 geom. Schritt. Man ſcheint ſoviel auf eine Meile gerechnet zu haben, als ein guter Fußgänger in zwo Stunden gieng (ſ. *Kepler* Tab. Rudolph. Cap. 16.). Das iſt freylich ſehr unbeſtimmt, und hat große Verſchiedenheit in den Meilenmaaßen der deutſchen Provinzen veranlaßt. Nachdem Snellius im J. 1615 den Grad in Holland 28500 rheinl. Ruthen gefunden hatte (ſ. Erdkugel Th. II. S. 37.), nahmen die niederdeutſchen Geographen dem gemäß die Meile zu — $\frac{28500}{15}$ = 1900 rheinl. Ruthen oder 22800 rheinl. Fuß an. Aber der Grad des Snellius iſt zu klein: daher gehen ſolcher Meilen auf den eigentlichen Grad $15\frac{1}{2}$.

Was Sachſen insbeſondere betrift, ſo haben zwar die Schöppen zu Leipzig (ſ. Sächſiſches Weichbild im Anhang der Urtel, ingl. Zobel in der lateiniſchen Gloſſe des Landrechts L. III. art. 66.) ehedem darauf geſprochen, "daß eine „Meile 60 Gewende, ein jeglich Gewende 60 Ruthen und „eine Ruthe $7\frac{1}{2}$ Elle haben ſolle„, nach welcher Angabe die ſächſiſche Meile 27000 Ellen oder 54000 Fuß halten würde. Allein eine ſo große Meile iſt, wenigſtens in neuern Zeiten, nie angenommen worden. Vielmehr ſetzen die Wittenbergiſchen Rechtsgelehrten (*Wernher* Obſ. I. 201.) die Meile nur auf 1500 achthalbelligte Ruthen oder auf 22500 Fuß, mit dem Zuſatze: "wie es die deutſchen Feldmeſſer jederzeit

im Gebrauch gehabt*. Dieſer Gebrauch ſcheint ſich, weil deutſche Feldmeſſer im Allgemeinen erwähnt werden, auf rheinländiſches Maaß zu beziehen, von welchem 22500 Fuß ſoviel, als 24985 leipziger ausmachen; daß man alſo dieſem Ausſpruche gemäß, die ſächſiſche Meile nahe an 25000 leipz. Fuß annehmen könnte. Die Landtagsreſolution vom 17ten März 1722. (Cod. Aug. Contin. I. 23.) befiehlt, bey Beſtimmung der Weite, auf die ſich das Bierzwangsrecht der Städte erſtreckt, die Ausmeſſung der Meile in Zukunft jedesmal nach 16000 Dresdniſchen Ellen zu verrichten. Dieſem Geſetze zufolge hält die **chur⸗ ſächſiſche Policey⸗Meile** 2000 achtellige Ruthen, oder 32000 leipziger Fuß. Dies beträgt in pariſer Maaße 27842 Fuß = 4640$\frac{1}{3}$ Toiſen, und es gehen ſolcher Meilen auf den picardiſchen Grad 12$\frac{1}{3}$. Dieſe Meile wird von den meiſten Schriftſtellern als die churſächſiſche überhaupt angeführt, ob ſie gleich blos für das Bier⸗ und Schankrecht vorgeſchrieben iſt. Bey topographiſchen Landesvermeſſungen aber wird ſeit 1560, da Churfürſt Auguſt die erſten Meilenſäulen ſetzen ließ, die Meile nur zu 12000 dresdner Ellen, oder 24000 leipziger Fuß angenommen, welches 20882 pariſer Fuß = 3480$\frac{1}{3}$ Toiſen beträgt, daß alſo ſolcher Meilen 16$\frac{2}{5}$ auf einen Grad gehen.

Tobiä Beutels Cimelium Geographicum. Dreßd. 1680. 4. S. 93. u. f.

Meniskus, ſ. Linſengläſer.

Menſtruum, ſ. Auflöſungsmittel.

Mephitiſche Luft, *Mephites*, ſ. **Gas, mephitiſches.**

Merkur, Mercurius, *Mercure*. Der Name eines von den ſechs Sternen, welche ihren Stand unter den Fixſternen täglich ändern, ſ. **Planeten**. Er zeigt ſich als ein kleiner Stern mit einem weißglänzenden Lichte, bleibt ſtets ſehr nahe bey der Sonne, und iſt daher nur ſelten in der Abend⸗ oder Morgendämmerung ſichtbar. Seine größte Ausweichung oder Elongation von der Sonne

beträgt nur 28, bisweilen nur 18 Grad. Wenn er in dieſer Entfernung auf der Abendſeite der Sonne ſteht und des Morgens ſichtbar iſt, ſo geht er rechtläufig wieder zur Sonne, und tritt mit ihr in die obere Conjunction. Alsdann iſt ſein Lauf am ſchnellſten, und er ſetzt denſelben mit abnehmender Geſchwindigkeit auf der Morgenſeite ſo lang fort, bis er hier wiederum die größte Elongation erreicht. In dieſer ſteht er eine kurze Zeit ſtill, wird dann rückläufig, und kehrt mit immer wachſender Geſchwindigkeit zur untern Conjunction mit der Sonne zurück. Zu dieſer Zeit ſieht man ihn bisweilen als einen kleinen ſchwarzen Flecken, von Morgen gegen Abend, vor der Sonnenſcheibe vorübergehen. Er entfernt ſich alsdann auf der Abendſeite der Sonne mit abnehmender Geſchwindigkeit immer weiter von ihr, bis er in der größten Elongation wieder ſtillſteht, und aufs neue rechtläufig wird. Einen ſolchen Umlauf vollendet er dem Scheine nach in 116 Tagen, als ein beſtändiger Begleiter der Sonne.

Schon die alten Aſtronomen haben hieraus richtig geſchloſſen, daß **Merkur** nicht weit von der Sonne abſtehe, und beſtändig um dieſelbe umlaufe. Er gehört demnach zu den untern Planeten, welche der Sonne näher, als die Erde ſind, und deren Bahnen von der Erdbahn umſchloſſen werden. Er iſt, von der Sonne aus gerechnet, der erſte Planet. Seine Bahn um die Sonne iſt elliptiſch, und ihre Ebne macht mit der Ebne der Erdbahn einen Winkel von 7 Graden.

Die Eccentricität der Merkursbahn iſt ungemein beträchtlich. Sein größter Abſtand von der Sonne verhält ſich zum kleinſten, wie 47 zu 31, oder faſt wie 3 zu 2. Dies macht, daß ſein Lauf von der Erde aus ſehr ungleich erſcheint, und ſeine Ausweichungen von der Sonne bald größer bald kleiner werden. Der mittlere Abſtand Merkurs von der Sonne beträgt etwa $\frac{2}{5}$ (genauer 0,3871) des Abſtands der Erde. Man kann alſo ſeine Bahn mit einem Kreiſe vergleichen, deſſen Halbmeſſer $\frac{2}{5}$ vom Halbmeſſer der Erdbahn beträgt, deſſen Mittelpunkt aber nicht

in die Sonne ſelbſt fällt, ſondern von ihr um $\frac{8}{100}$ des Halbmeſſers der Erdbahn abſteht.

Dieſe Bahn durchläuft Merkur in 87 Tagen, 23 Stunden, 15 Minuten, 37 Sec. ſo, daß er im Durchſchnitt täglich 4° 5′ 22″ 35‴ ſeines Kreiſes zurücklegt — eine Geſchwindigkeit, die bey der Größe dieſes Kreiſes 12½ Stunden Weges in einer Zeitſecunde austrägt

Wahrſcheinlich dreht ſich Merkur auch um ſeine Axe, ob man gleich wegen ſeiner großen Nähe an der Sonne noch keine Flecken auf ihm hat wahrnehmen können, aus deren Bewegung ſich dieſe Umdrehung erweiſen und die Geſchwindigkeit derſelben beſtimmen ließe.

Der ſcheinbare Durchmeſſer dieſes Planeten iſt ſehr klein. Man hat ihn in der geringſten Entfernung von uns, wenn er vor der Sonnenſcheibe geſehen wird, kaum über 13 Sec. gefunden. Herr von Zach (Philoſ. Trans. Vol. LXXV. P. I. no. 8.) fand ihn bey dem Durchgange am 12ten Nov. 1783 nur 9 Sec.; Proſperin am 4ten May 1786 (Schwed. Abhandl. für 1786. Num. 13.) 13, 85 Sec. In ſeiner größten Entfernung, wenn er hinter der Sonne ſteht, ſcheint er kaum 5 Sec. Nach Proſperins Beſtimmungen würde er aus derjenigen Entfernung betrachtet, in welcher ſich die Erde von der Sonne befindet, 7, 73 Sec. groß erſcheinen. In eben dieſer Weite aber erſcheint der Sonnendurchmeſſer 31′ 57″, d. i. 248 mal größer. Man kan hieraus ſchließen, daß Merkur im Durchmeſſer 248 mal kleiner, als die Sonne ſey, oder daß ſein Durchmeſſer nur 0, 45, d. i. noch nicht die Helfte des Erddurchmeſſers ausmache. De la Lande ſetzt ihn = $\frac{11}{27}$ des letztern.

Die Gravitation anderer Körper gegen ihn iſt aus den Störungen, die ſein Einfluß in dem Laufe anderer Planeten verurſacht, nicht ſicher zu ſchließen, da dieſe Störungen äuſſerſt gering und kaum merklich ſind. Herr de la Lande ſetzt ſie etwa $\frac{1}{7}$ von der Gravitation gegen die Erde in gleichen Entfernungen. Dieſer Schätzung nach hätte Merkur 7 mal weniger Maſſe, als die Erde, ſeine

Dichtigkeit wäre etwa doppelt ſo groß, als die Dichte der Erde, und die ſchweren Körper fielen auf ſeiner Oberfläche in einer Secunde durch $12\frac{1}{2}$ Fuß.

Theilt man den mittlern Abſtand der Sonne von der Erde (12000 Erddurchmeſſer) in 1000 Theile, ſo ſteht Merkur in der Sonnenferne um 466, in der Sonnennähe um 307 ſolcher Theile von der Sonne ab. Sein kleinſter Abſtand von uns, wenn er in der untern Conjunction und Sonnenferne, die Erde aber in der Sonnennähe iſt, macht 983 — 466 = 517 Theile; der größte, wenn er in der obern Conjunction und Sonnenferne, die Erde aber auch in der Sonnenferne iſt, 1017+466=1483 Theile aus. Beyde verhalten ſich faſt, wie 5 zu $14\frac{1}{2}$, daher auch ſein ſcheinbarer Durchmeſſer zwiſchen 5 und 13 Secunden veränderlich iſt.

Sein geringſter Abſtand von uns macht 6204, der größte 17796 Erddurchmeſſer aus.

Da Merkur innerhalb der Erdbahn um die Sonne läuft, ſo muß er ſeine gegen die Sonne zu gekehrte Helfte bald ganz, bald nur zum Theil gegen uns kehren, bald ganz von uns abwenden. Iſt er alſo ein dunkler Körper, ſo muß er bisweilen mit vollem Lichte, bisweilen nur zum Theil erleuchtet ſcheinen, bisweilen ganz unſichtbar oder dunkel ſeyn. Seit Erfindung der Fernröhre hat man in der That gefunden, daß Merkur, wie der Mond, ab- und zunimmt, und ſeinen hellen Theil jederzeit nach der Sonne kehrt. Solche Phaſen von ihm findet man unter andern beym Hevel (Selenographiae Proleg. p. 70.) abgebildet. Von ſeinen Durchgängen durch die Sonnenſcheibe ſ. **Durchgänge**. Durch dieſe Erſcheinungen wird es ganz auſſer Zweifel geſetzt, daß er an ſich dunkel ſey, und ſein Licht nur von der Sonne empfange.

Die Aſtronomen bezeichnen dieſen Planeten mit ☿.

Bode, kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, Berlin, 1778. 8. an mehrern Stellen.

Meſſing, Gelbkupfer, Orichalcum, *Cuivre jaune, Laiton*. Eine Verbindung von etwa drey Theilen reinen Kupfers, mit einem Theile von eben ſo reinem

Zink. Durch dieſe Verbindung wird die Farbe des Kupfers gelb, und der Goldfarbe näher gebracht, auch die Geſchmeidigkeit vermehrt, und eine der brauchbarſten Compoſitionen für die Bedürfniße des Lebens und für die Künſte bereitet.

Da der aus den Erzen erhaltene Zink nie ganz rein iſt, und durch Zuſammenſchmelzen mit dem Kupfer einen ſpröden Tombak giebt, ſo bereitet man das Meſſing aus dem Galmey, einem Zinkerze, durch eine Art von Cementation deſſelben mit dem Kupfer, ſ. Galmey, Cementation. Das Cementpulver hiezu wird aus gepülvertem Galmey und eben ſoviel Kohlengeſtiebe gemacht, welches man mit Waſſer befeuchtet, in einen irdenen Schmelztiegel drückt, gutes zu Platten geſchlagnes oder gekörntes Kupfer hineinlegt, und alles zuſammen bedeckt bis zur Schmelzung des Kupfers glühet. Hiebey geht der im Galmey enthaltene Zinkkalk in Dämpfe über, und verbindet ſich mit dem Phlogiſton der Kohlen und mit dem Kupfer, ohne das Eiſen mit überzuführen, das ſonſt ſchwer vom Zink zu trennen iſt. Umſtändlicher beſchreiben die Bereitung des Meſſings Gallon (L'art de convertir le cuivre rouge en laiton. Paris, 1764.) Cramer (Anfangsgr. der Metallurgie, Blankenburg. 1774. kl. Fol. Th. II. S. 179. u. f.) und der engliſche Ueberſetzer des Macquerſchen chymiſchen Wörterbuchs in den der Leonhardiſchen Ausgabe beygefügten Anmerkungen.

Obgleich ein großer Theil des Zinks in Rauch verfliegt, ſo verbindet ſich doch ſo viel mit dem Kupfer, daß es um $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ ſeines Gewichts ſchwerer wird. Friſch bereitetes Meſſing iſt ſpecifiſch ſchwerer, als Kupfer; ſtark geſchlagen aber wird das Kupfer ſpecifiſch ſchwerer, als eben ſo ſtark geſchlagnes Meſſing (Mém. de Paris, 1772. Part. II. p. 18.). Gemeiniglich iſt das Meſſing nach der erſten Arbeit noch nicht fein und geſchmeidig genug; man bearbeitet es daher noch einmal mit Galmey und Kohlenſtaub, wobey einige auch altes Meſſing zuſetzen. Man kan es ſehr fein bereiten, wie im Knittergolde, den unächten Treſſen und Blattgolde.

Das Meſſing ſetzt nicht ſo leicht Grünſpan an, als das Kupfer, dagegen aber hält es keine ſo ſtarke Hitze aus, ſondern wird über dem Feuer mürbe und brüchig.

Macquer chym. Wörterbuch, mit Leonhardi Anmerk. Art. Meſſing.

Metalle, Metalla, *Métaux*. Dies iſt der Name einer eignen Hauptgattung von mineraliſchen Körpern, welche ſich von den übrigen durch ein ſehr großes eigenthümliches Gewicht, einen beſondern Glanz, eine völlige Undurchſichtigkeit und Schmelzbarkeit, und durch ihre Unvereinbarkeit mit erdigten Materien unterſcheiden. Dieſe Körper, welche dem menſchlichen Leben unzählbare und unbeſchreiblich wichtige Dienſte leiſten, werden nur ſelten von der Natur in dem Zuſtande, in welchem ſie ſo brauchbar ſind, hervorgebracht; ſie liegen größtentheils in vererztem Zuſtande (ſ. **Erze**) tief im Schooße der Erde verborgen, und müſſen mit großer Mühe aus demſelben hervorgezogen und aufbereitet werden. Sie haben daher ihre Benennung von einem griechiſchen Worte (μεταλλᾶν) erhalten, welches ſo viel als Aufſuchen oder Nachforſchen bedeutet.

Die angeführten Eigenſchaften der Metalle laſſen ſich größtentheils auf eine einzige, nehmlich auf ihre ungemein große **Dichtigkeit**, zurückführen. Das leichteſte Metall hat noch über doppelt ſoviel eigenthümliches Gewicht, als der ſchwerſte Stein, der nichts metalliſches enthält. Dieſe große Dichte iſt die Urſache der Undurchſichtigkeit und der ſtarken Zurückwerfung des Lichts, von welcher der eigne unter dem Namen des **metalliſchen Glanzes** bekannte Schein herrührt. Ihre Unvereinbarkeit mit erdigten Subſtanzen macht, daß ſie bey der Schmelzung in irdenen Gefäſſen eine erhabne Oberfläche annehmen, wie dies alle flüſſige Materien thun, die am Gefäße nicht anhängen. So lang ein Metall die angeführten Eigenſchaften hat, nennt man es einen **König** (regulus), oder ſagt, es ſey im **reguliniſ**

ſchen Zuſtande, welchem man den Zuſtand der Verkalkung entgegenſetzt.

Im Ganzen genommen ſind die Metalle in den Säuren auflöslich, bilden mit ihnen **Mittelſalze mit einem metalliſchen Grundtheile**, und können durch abſorbirende Erden oder Laugenſalze wiederum von den Säuren geſchieden werden. Auch die Laugenſalze, der Schwefel und die Schwefellebern wirken auf die Metalle. Mit dem Phlogiſton können ſie bis zum Uebermaaße angefüllt werden; auch laſſen ſie ſich untereinander ſelbſt verbinden.

Die Metalle ſind theils feuerbeſtändig, theils werden ſie durch die Wirkung des freyen Ofenfeuers in metalliſche Kalke verwandelt, ſ. **Kalke, metalliſche**, oder in Dämpfen aufgetrieben. Hierauf beruht ihre Eintheilung in edle (vollkommne) und **unedle** (unvollkommne) Metalle. Die edlen ſind: **Gold**, **Silber** und **Platina**. Auch laſſen ſie ſich theils unter dem Hammer ſtrecken und ausdehnen, theils ſind ſie brüchig und zerſpringen, wenn ſie geſchlagen werden. Die **dehnbaren** ſind auſſer den ſchon genannten edlen, noch folgende: **Queckſilber** (welches gefroren gehämmert werden kan), **Bley**, **Kupfer**, **Eiſen**, **Zinn**, **Zink**, welche im eigentlichen Verſtande unedle Metalle genannt werden. Die **undehnbaren** heiſſen **Halbmetalle**. Man findet ihre Namen unter dieſem Worte (Th. II. S. 558.) und von jedem der hier genannten Metalle handelt ein eigner Artikel dieſes Wörterbuchs. Weil die Dehnbarkeit eine bloß zufällige Eigenſchaft zu ſeyn ſcheint, ſo verwerfen einige neuere Chymiſten die Eintheilung in Metalle und Halbmetalle, und rechnen die letztern mit zu den unedlen Metallen.

Unter dieſen metalliſchen Subſtanzen ſind drey, die Platina, der Kobaltkönig und der Nickelkönig erſt in neuern Zeiten bekannt worden. Dies läßt hoffen, daß man in Zukunft noch mehrere Metalle entdecken werde. So haben die Gebrüder **de Luyart** (Chemiſche Zergliederung des Wolframs und Unterſuchung eines neuen dar-

inn befindlichen Metalles, nach dem engl. von F. A. C. Gren. Halle, 1786. 8.) ohnlängſt gefunden, daß ſich aus dem Wolfram ein bisher unbekanntes Metall ziehen läßt, dem man den Namen des **Wolframkönigs** geben könnte. Der Wolfram beſteht größtentheils aus derjenigen Säure, welche **Scheele** und **Bergmann** aus dem Tungſtein oder **Schwerſtein** (lapis ponderoſus) gezogen haben, mit etwas Braunſtein und Eiſen vermiſcht. Durch die Verbindung dieſer Säure mit dem Phlogiſton entſteht ein ſehr ſchwerer metalliſcher König, der die Farbe des Stahls hat, ſich unter dem Hammer ſtreckt, höchſt ſtrengflüſſig und in keiner Säure auflöslich iſt, ſondern vom Königswaſſer und der Salpeterſäure blos verkalkt wird.

Die unedlen Metalle verhalten ſich im Feuer, wie alle andere Körper, welche reines Phlogiſton enthalten. In verſchloßnen Gefäßen glühen ſie, ſchmelzen oder ſublimiren ſich, ohne ihren metalliſchen Zuſtand zu ändern: in freyer Luft aber verbrennen ſie mit einer mehr oder weniger merklichen Flamme, die jedoch keinen ſchwärzenden Ruß giebt, zu **metalliſchen Kalken**. Der verkalkte Theil ſetzt ſich, ſo lange das Metall noch feſt iſt, in Schuppengeſtalt auf der Oberfläche an, wenn es aber ſchmelzt, ſchwimmt er oben, wegen ſeiner geringern ſpecifiſchen Schwere. Setzt man den Metallkalken noch weiter mit Feuer zu, ſo ſchmelzen ſie, und verwandlen ſich dadurch in **metalliſche Gläſer**. Je vollkommner die Verkalkung geweſen iſt, d. h. je genauer man die Kalke vom Brennbaren befreyt hat, deſto ſchwerer erfolgt die Schmelzung, und deſto durchſichtiger werden die Gläſer. Iſt die Verkalkung auf das höchſte getrieben, ſo ſind die Kalke völlig unſchmelzbar und unauflöslich in Säuren, ſo daß ſie in dieſem Zuſtande ganz den Namen **metalliſcher Erden** verdienen.

Wenn man dieſe metalliſchen Erden mit irgend einem brennbaren Stoffe vermiſcht, der ſchon verkohlt iſt oder ſich verkohlen läßt, und das Gemiſch in einem verſchloßnen Gefäße mit nach und nach verſtärktem Feuer zum

Fluſſe bringt, ſo findet man, nachdem alles erkaltet iſt, im Gefäße das Metall ſelbſt in ſeiner vorigen Geſtalt wieder. Dieſe Operation heißt die **Reduction** oder **Wiederherſtellung** der Metallkalke, welche dadurch aufs neue in den reguliniſchen Zuſtand verſetzt werden. Man kan dieſe Reduction nie ohne brennbare Subſtanzen bewirken; auch verlieren dieſe ſo viel von ihrem Phlogiſton, als ſie dem reducirten Metalle gegeben haben: es iſt alſo auſſer allen Zweifel geſetzt, daß dieſe wunderbare Wiederherſtellung blos von dem wiederempfangnen Phlogiſton, ſo wie die Verkalkung von dem Verluſt deſſelben herrühre.

Dieſe Zerſetzung und Reduction beweiſen alſo, daß die Metalle aus einer Erde und dem Phlogiſton beſtehen. Wären dies aber ihre einzigen einfachen Beſtandtheile, ſo ſollte man durch Verbindung des Brennbaren mit den reinen Erden Metalle hervorbringen können, welches doch der Fall nicht iſt, da ſogar die metalliſchen Erden ſich nicht mehr reduciren laſſen, wenn man die Verkalkung zu weit getrieben, oder ſie dem Zuſtande der unmetalliſchen Erden zu nahe gebracht hat. Aus dieſem Grunde haben einige Chymiſten noch einen dritten Grundſtof in den Metallen angenommen, welcher von **Becher** und **Stahl** eine **Merkurialerde**, und von **Vogel** (Inſtit. Chem. §. 95 -- 99.) ein **arſenikaliſches Principium** genannt wird. **Henkel** äuſſerte, es werde vielleicht der erdigte Beſtandtheil erſt alsdann einer innigen Verbindung mit dem Brennbaren fähig, wenn der Anfang oder die erſte Anlage zu dieſer Verbindung von der Natur ſchon gemacht ſey: bey welcher Erklärung man keinen dritten Grundſtof nöthig hat. **Wenzel** (Einleitung zur höhern Chymie. Leipzig, 1773. 8.) glaubt in den Metallen ſtatt des Phlogiſtons einen Schwefel oder Phoſphorus, und auſſerdem eine färbende Erde, eine talgähnliche Erde und einen ſalzähnlichen Beſtandtheil gefunden zu haben. **Weigel** läßt die metalliſchen Erden aus einer mit Säuren verbundenen Kieſel oder Kalkerde beſtehen; **Bergmann** hingegen iſt der Meinung, daß die metalliſchen Erden

nichts anders, als Säuren ſind, die durch Verbindung mit Brennbarem Conſiſtenz, und durch Sättigung damit das metalliſche Anſehen bekommen. Dieſer Meinung nach würden alle Metalle gleichſam Schwefelarten ſeyn.

Die künſtliche Hervorbringung der Metalle, mit der ſich ſo viele beſchäftiget haben, iſt vielleicht nicht unmöglich, aber noch bis jetzt ganz unerreicht geblieben. Man müßte erſt die Natur der metalliſchen Erden durch die vollkommenſte Verkalkung genauer unterſuchen, und mit der Natur der gemeinen Erden vergleichen: dann aber Mittel ausfindig machen, die Verbindung der ganz reinen Erde und des Brennbaren entweder durch Schmelzung mit Hülfe der Salze, oder auf dem naſſen Wege mit Hülfe des Waſſers zu bewirken. Aber alle dieſe Forderungen haben unüberwindliche Schwierigkeiten. Und dann iſt noch die Frage, ob eine ſolche Verbindung ein Metall geben würde, da nach neuern Entdeckungen auch der Diamant aus einer mit dem Brennbaren verbundnen Erde beſteht. Eben dieſe Bewandniß hat es mit der Verwandlung oder Transmutation der Metalle. Man kennt die Urſache ihrer Verſchiedenheit gar nicht, und was man darüber annimmt, ſind willkührliche Vorausſetzungen.

Die Metalle ſind im reguliniſchen Zuſtande ſämmtlich gute Leiter der Elektricität, ſie verlieren aber dieſe Eigenſchaft durch die Verkalkung. Durch ſtarke elektriſche Schläge werden ſie geſchmolzen und verkalkt. **Beccaria** (Elettriciſmo artif. Bologna, 1758. 4.) und de **Milly** (in *Rozier* Journal de phyſ. Août. 1775.) behaupteten, der Bliß ſowohl als der elektriſche Schlag könne die Reduction der Metallkalke bewirken, aber nach **Briſſon** und **Cadet** (Mém. de Paris, 1775. und in **Crells** chym. Journal, Th. V. S. 104. u. f.) ſind die dahin gehörigen Erfahrungen und Verſuche noch ſehr zweifelhaft.

In Abſicht ihres eigenthümlichen Gewichts ſtehen die Metalle, vom ſchwerſten angefangen, in folgender Ordnung:

Platina, Gold, Queckſilber, Bley, Silber, Kupfer, Eiſen, Zinn.

In Abſicht des metalliſchen Glanzes, der Politur und Menge des zurückgeworfnen Lichts, nach Keir (Anm. zu Macquers Wörterb.): Silber, Queckſilber, Zinn, Gold, Eiſen, Kupfer, Bley. Nach den neuern Verſuchen muß die völlig gereinigte Platina in dieſer Abſicht noch über das Silber geſetzt werden.

In der Geſchmeidigkeit: Gold, Silber, Kupfer, Eiſen, Zinn, Bley.

Der Härte nach: Eiſen, Platina, Kupfer, Silber, Gold, Zinn, Bley.

Nach der Zähigkeit oder Stärke des Zuſammenhangs, aus **Muſſchenbroeks** Verſuchen (ſ. **Cohäſion**): Eiſen, Silber, Kupfer, Gold, Zinn, Wismuth, Zink, Spießglaskönig, Bley.

Der Schmelzbarkeit nach: Queckſilber (welches ſchon bey den gewöhnlichen Temperaturen flüßig iſt), Zinn, Bley, Silber, Gold, Kupfer, Eiſen. Die Platina hielt man lange Zeit für unſchmelzbar. Aber die Herren **Morveau**, **Maret** und **Durande** haben ſie mit Glas, Borax, Kohlenſtaub und Eiſen zuſammengeſchmolzen.

Macquer chym. Wörterbuch durch Leonhardi, Art. Metalle.

Hagen Grundriß der Experimentalchemie, Königsb. und Leipzig, 1786. gr. 8. S. 291.

Metallthermometer, ſ. Pyrometer, Thermometer.

Metallurgie, Hüttenkunde, Metallurgia, *Metallurgie.* Man giebt dieſen Namen demjenigen Theile der praktiſchen Chymie, welcher von der Gewinnung und Aufbereitung der Metalle aus ihren Erzen oder von den Mitteln handelt, dieſelben von den fremdartigen Theilen zu ſcheiden, mit welchen ſie die Natur vermiſcht hat. Da der Gebrauch der Metalle ſo alt iſt, ſo zählt man die Kenntniße ihrer Bereitung mit Recht unter die älteſten, und leitet von ihnen den Urſprung der Chymie her, ſ.

Chymie. Inzwiſchen ſind dieſe Kenntniße ganz auf dem langſamen, aber ſichern, Wege der Erfahrung verbeſſert und erweitert worden, bis ſie erſt in neuern Zeiten, vorzüglich in Deutſchland und Schweden die Form einer Wiſſenſchaft erhalten haben. **Johann Georg Agricola** (De re metallica libri XX. Baſil. 1546. fol.) und **Lazarus Erker** (Aula ſubterranea oder Beſchreibung derjenigen Sachen, ſo in der Tiefe der Erde wachſen, Prag, 1574. Fol.) waren die erſten, welche die Hüttenarbeiten in Verbindung mit dem Bergbau beſchrieben, und aus der Dunkelheit hervorzogen, in der ſie ſo lange unter den Händen der praktiſchen Arbeiter gelegen hatten. Durch die Verbeſſerungen der Chymie hat in neuern Zeiten auch die Metallurgie ungemein gewonnen. Die vollſtändigſten Werke über dieſelbe ſind von Schlüter (Unterricht von Hüttenwerken. Braunſchweig, 1738. Fol. ins franz. überſ. uuter dem Titel: De la fonte des mines. Paris. 1750-1753. II. To. 4. von Hellot) und Cramer (Anfangsgr. der Metallurgie. Blankenburg, 1774-1777. III. Th. kl. Fol.); kürzere Anleitungen von Gellert (Anfangsgr. der metallurgiſchen Chemie. Leipzig, 1755. 8. neuere Ausgabe, 1776. 8.), **Wallerius** (Elementa metallurgiae. Holm. 1768. 8 deutſch: Wallers Anfangsgründe der Metallurgie, Leipzig, 1770. 8.) und Scopoli (Anfangsgründe der Metallurgie, mit 20 Kupfertaf. Mannh. 1789. gr. 4.)

Meteore, Lufterſcheinungen, Meteora, *Météores*. So nennt man alle im Luftkreiſe ſich ereignenden Naturbegebenheiten odrr Erſcheinungen, welche ſonſt von den meiſten Phyſikern in luftige, **wäſſerichte**, **feurige** und glänzende eingetheilt wurden.

Luftige Meteore ſind die **Winde**. Wäſſerichte werden durch die Dünſte veranlaſſet, und ſind der **Thau**, **Reif**, **Nebel**, das **Naßniedergehen**, die **Wolken**, der **Regen**, **Schnee**, das **Glatteis**, der **Hagel**, die **Waſſerhoſe**. Zu den feurigen (richtiger zu den elektriſchen und phoſphoriſchen) Meteoren rechnet man den

Bliz und Donner, das **Wetterleuchten**, das **Nordlicht**, die **Feuerkugeln**, **Sternſchnuppen**, **Irrwiſche** und **Irrlichter**; zu den glänzenden oder optiſchen den **Regenbogen**, die **Höfe**, **Nebenſonnen** und **Nebenmonden**. Von jeder dieſer Erſcheinungen handelt ein beſonderer Artikel des gegenwärtigen Wörterbuchs.

Meteorologie, Witterungslehre, Meteorologia, *Météorologie.* Die Lehre von den Veränderungen, die ſich im Luftkreiſe zutragen. Man giebt dem Zuſtande der Atmoſphäre in Abſicht auf die Meteore, den Namen der **Witterung** oder des **Wetters**. Die Veränderungen dieſes Zuſtands hängen von gewiſſen veränderlichen Eigenſchaften der Luft, z. B. von ihrer Dichte, Wärme, Feuchtigkeit, Elektricität, chymiſchen Miſchung u. ſ. w. ab, deren jedesmalige Größen und Veränderungen man durch Barometer, Thermometer, Hygrometer, Luftelektrometer, Eudiometer ꝛc. erkennt. Andere Werkzeuge z. B. die Windmeſſer, Regenmaaße, Blitzmeſſer u. dergl. dienen, die Größe und Veränderung verſchiedner Meteore ſelbſt zu meſſen. Alle dieſe Inſtrumente werden zuſammen unter dem Namen der **meteoroſkopiſchen** oder **meteorologiſchen Werkzeuge** begriffen, ſo wie auch die damit angeſtellten Beobachtungen **meteorologiſche** heiſſen.

Die Abſicht der Meteorologie iſt vorzüglich auf Erklärung der Urſachen der Witterung, und ihres Zuſammenhangs mit den Veränderungen der meteorologiſchen Werkzeuge gerichtet. Könnte man dieſen Zuſammenhang vollkommen erklären, ſo würde ſich die ſo wichtige Aufgabe von Vorherſagung der Witterung, leichter auflöſen laſſen. Wie weit man aber von dieſem Ziele noch entfernt ſey, iſt unter andern in dem Artikel: **Barometerveränderungen**, gezeigt worden. Inzwiſchen hat man ſich in unſern Zeiten durch wichtige Verbeſſerungen und Vermehrungen der Werkzeuge, und durch zahlreiche Vervielfältigung, Samm-

lung und Vergleichung der Beobachtungen dem Zwecke immer mehr zu nähern geſucht.

In ältern Zeiten beſtand die Witterungslehre blos aus einigen auf angebliche Erfahrung gegründeten Regeln, die mitunter ſehr abergläubiſch und mit thörigten Erklärungen der Urſachen vermengt waren. Man kan ſich hievon aus der Meteorologie des Ariſtoteles, und aus vielen von den Vorzeichen der Witterung handlenden Stellen der alten Dichter und Schriftſteller vom Landbau ſattſam überzeugen. Im mittlern Zeitalter ward dieſe Lehre ſogar mit der Aſtrologie vermengt. Bey den damaligen höchſt unvollkommnen Kenntnißen vom Luftkreiſe ſchrieb man nicht blos der Sonne und dem Monde, ſondern auch allen übrigen Geſtirnen einen unmittelbaren Einfluß auf die Witterung zu, und ſuchte aus den Stellungen derſelben Wetterprophezeihungen herzuleiten, woraus ein eigner Zweig der Sterndeuterey (Aſtrologia meteorologica) erwachſen iſt. Daher kommen noch die in den Kalendern üblichen Vorherſagungen der Witterung — ein Ueberbleibſel der ehemaligen Barbarey, welches man in unſern Tagen völlig vertilgen ſollte. Beyſpiele ſolcher aſtrologiſchen Witterungsregeln hat Funk (Natürliche Magie, Berlin und Stettin, 1783. gr. 8. S. 5. u. f.) aus einem noch im Jahre 1733. zu Berlin herausgekommnen Haus- und Reiſe-Calender beygebracht. Was für Begriffe von den Urſachen der Naturbegebenheiten die Erfinder dieſer Regeln hatten, zeigt z. B. des Theophraſtus Paracelſus Buch De Meteoris (deutſche Ausgabe, Straſb. 1616. Fol.), welcher die Nebenſonnen für ein meſſingnes Fabricat der Luftgeiſter und die Sternſchnuppen für Excremente der Geſtirne aus der Verdauung ihrer aſtraliſchen Speiſen erkläret. So nichtig und abgeſchmackt im Ganzen genommen, der Kalenderaberglaube iſt, ſo muß man doch darum nicht alle alte Wetterregeln ſchlechthin verwerfen. Manche darunter, z. B. die aus dem Verhalten der Thiere genommenen Anzeigen u. dergl. werden doch wirklich durch die Erfahrung beſtätigt, und laſſen ſich auch

zum Theil aus der Natur der Sache ganz wohl erklären.

Erſt ſeit der Erfindung des Barometers bekamen die Naturforſcher beſſere Begriffe vom Luftkreiſe, fehlten aber nun wieder darinn, daß ſie das neuerfundene Werkzeug allein für einen untrüglichen Vorboten der Wetterveränderungen anſehen, und den ganzen Zuſtand der Atmoſphäre blos aus der Dichte und Federkraft der Luft erkennen wollten. Dieſer Wahn, der dem Barometer den Namen des **Wetterglaſes** verſchafte, erzeugte eine Menge Hypotheſen über den Zuſammenhang der Witterung mit der Dichte der Luft, und über die Urſache des Steigens und Fallens der Barometer. Da aber keine dieſer Hypotheſen zureichend war, ſo leitete dies endlich bey den Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand auf einen richtigern Weg. Man fand nemlich nach und nach, daß man auſſer der Dichte der Luft noch weit mehrere Eigenſchaften derſelben unterſuchen, die dazu nöthigen Werkzeuge zuvor verbeſſern, ihre Angaben gehörig beſtimmen, und die Anzahl der Beobachtungen möglichſt vervielfältigen müſſe, ehe man zu richtigen Erklärungen und Vorherſagungen der Witterung gelangen könne. Dieſe Bemühungen um Verbeſſerung der Werkzeuge und Vervielfältigung der Beobachtungen beſchäftigen nun noch bis jetzt die Naturforſcher, und es ſteht zu erwarten, was für Reſultate dereinſt unſre Nachkommen daraus werden herleiten können.

Ganz mechaniſch ſucht die Lufterſcheinungen **Descartes** (Meteora, in Opp. philoſ. Amſt. 1685. 4. p. 153. ſqq.), chymiſch hingegen **Stahl** (Einleitung zur Witterungsdeutung, Halle, 1716. 8.) zu erklären. Die Menge der darüber entworfenen Hypotheſen iſt faſt unzählbar; nur die vornehmſten derſelben werden bey den Worten: **Barometerveränderungen, Winde, Dünſte, Regen, Wolken, Schnee, Hagel** u. ſ. w. angeführt. Ihre Geſchichte erzählt der Abbe **Richard** (Hiſt. naturelle de l'air et des metéores, à Paris. VII To. 1770. gr. 12mo. deutſch, Frankf. 1773. gr. 8.). **Le Roy's** Gedanke, daß

die Ausdünſtung als eine wahre Auflöſung des Waſſers in der Luft anzuſehen ſey, verbreitete ein neues Licht über die Natur der wäſſerichten Meteore, ſ. Ausdünſtung. Neuerlich aber haben die Herren de Sauſſure (Eſſais ſur l'hygrometrie. Neufch. 1783. 8maj. Eſſ. IV.) und de Lüc (Idees ſur la meteorologie. à Londres, 1786. 8maj. To. II.) über dieſen Gegenſtand ſehr ſcharfſinnige Bemerkungen und Erklärungen mitgetheilt, welche ſich vornehmlich auf die neuern Entdeckungen über die Natur der beſtändig elaſtiſchen Flüßigkeiten gründen, und, ob ſie gleich noch immer Hypotheſen bleiben, dennoch der Aufmerkſamkeit aller Naturforſcher werth ſind. Als ein Lehrbuch der Meteorologie kan man das Werk des P. Cotte (Traité de Meteorologie. à Paris, 1774. 4maj.) anſehen.

Meteorologiſche Beobachtungen findet man ſchon in ziemlicher Menge in den Mémoires de l'academie des Sciences de Paris, den Philoſophical Transactions und den Werken mehrerer gelehrten Geſellſchaften. Eine lange Reihe von Beobachtungen zu Kopenhagen hat Horrebow (Tractatus hiſtorico-meteorol. continens obſ. XXVI annorum in obſeruatorio Havnienſi factas. Havn. 1780. 4maj.) herausgegeben. Aus ſehr vielen, hauptſächlich in Frankreich angeſtellten, giebt der P. Cotte (Traité de meteorol. L. III.) einen Auszug in Tabellenform. So allgemeine Auszüge aber verſchaffen der Wiſſenſchaft nicht ſo viel Vortheil, als die umſtändliche Bekanntmachung der Beobachtungen ſelbſt, wobey die Veränderungen der Witterung in kleinen Zeiträumen, nach allen Umſtänden, von ſo vielen Gegenden, als nur immer möglich iſt, mit einander verglichen werden können. Dabey kömmt es nicht ſowohl auf lange Reihen, als auf Vervielfältigung der Beobachtungsorte an.

In dieſer Abſicht hat ſich der jetztregierende Churfürſt von Pfalz-Bayern, mit Beyhülfe des Herrn Abt Hemmer zu Manheim, durch Errichtung einer eignen ſehr weit ausgebreiteten meteorologiſchen Geſellſchaft im Jahre 1780, höchſt verdient gemacht. Durch ſeine Veranſtal-

tung und auf ſeine Koſten werden nicht nur in den churfürſtlichen Landen, ſondern überhaupt in- und auſſerhalb Europa, an ſchicklichen Orten, correſpondirende Inſtrumente aufgeſtellt, und damit täglich zu beſtimmten Stunden Beobachtungen gemacht. Das Directorium dieſer Anſtalt führt die meteorologiſche Claſſe der churpfälziſchen Akademie zu Manheim. Die von der Societät verſendeten Inſtrumente ſind ein Barometer, ein Thermometer mit reaumuriſcher Scale und ein Gänſekielhygrometer, bisweilen auch ein branderiſches Declinatorium, deren Behandlung und Gebrauch in einer ausführlichen Inſtruction angegeben ſind. Die Geſellſchaft wünſcht, daß ſich die Beobachter auch noch mit einem Luft- und Wolkenelektrometer, Wind-Regen- und Ausdünſtungsmeſſer verſehen möchten. Die Beobachtungen ſelbſt werden täglich dreymal, als früh um 7, Nachmittags um 2, und Abends um 9 Uhr angeſtellt, und mit ſehr ſchicklich ausgedachten und vorgeſchriebnen Bezeichnungen der begleitenden Umſtände, in Tafeln eingetragen. Von dieſen der Societät eingeſendeten Beobachtungen ſind nun bereits 5 Jahrgänge (Ephemerides ſocietatis meteorologicae palatinae. Hiſtoria et obſeruationes. Manhemii, 1783 -- 1787. 4maj.) erſchienen, welche die Beobachtungen der Jahre 1781 bis 1785 mit angehangenen ſchätzbaren Bemerkungen und Abhandlungen enthalten; auch hat Herr Hemmer (Deſcriptio inſtrumentorum ſocietatis meteorol. palat. Manh. 1782. 4maj.) die gebrauchten Werkzeuge beſonders beſchrieben. Dieſes Werk, deſſen vierter Band bereits Beobachtungen von 30 verſchiedenen Orten enthält, iſt für die Witterungslehre von äuſſerſter Wichtigkeit, und verſpricht ſehr viel für die Zukunft, ob es gleich, nach dem unvermeidlichen Schickſale menſchlicher Unternehmungen, nicht von allem Tadel frey geblieben iſt *).

*) Unter den Barometerbeobachtungen ſind blos die des Herrn Prof. Planer zu Erfurt wegen der Wärme berichtiget. Die übrigen müſſen beym Gebrauch erſt nach den dabey

Ein Beyſpiel von Regeln, welche als Reſultate aus vieljährigen Witterungsbeobachtungen anzuſehen ſind, geben **Toaldo's** 24 meteorologiſche Aphoriſmen (in *Rozier* Journal de phyſique, Nov. 1785. p. 388.). Man hat ſchon längſt vorgeſchlagen, in der Meteorologie den Weg zu gehen, den die Aſtronomen bey den Beobachtungen und der Vorherbeſtimmung des Himmelslaufs mit ſo vielem Glücke befolgt haben — den Weg der Tafeln, wobey das, was von der Haupturſache abhängt, als eine mittlere **Bewegung** oder Veränderung, zum Grunde gelegt, und wegen der mitwirkenden Nebenurſachen durch **Gleichungen** verbeſſert und berichtigt wird. So behandlete ſchon **Mayer** die Veränderungen der Wärme, ſ. **Klima**. Für die Witterungslehre hat unter andern **Lambert** (Expoſé de quelques obſervations, qui pourroient ſervir pour repandre du jour ſur la meteorologie in Nouv. Mém. de Berlin, 1771. S. 60.) dieſen Vorſchlag gethan. Niemand aber hat auf dieſem Wege ſo mühſame Unterſuchungen angeſtellt, als Herr Hofrath **Gatterer** in Göttingen (ſ. **Lichtenbergs** Magazin für das Neuſte aus der Phyſ. und Naturgeſch. I. B. 2. St. S. 1. u. f.). Dieſer hat für die Einwirkungen der Sonne und des Monds, die er als Haupturſachen der Wetterveränderungen annimmt, eine große Menge von Tafeln berechnet, welche noch mit Vergleichungstafeln und Ortstafeln vermehrt ſind, in de-

befindlichen Thermometerangaben berichtiget werden. Wie ſehr dies den Gebrauch erſchwere, fällt in die Augen. Ich habe bey dem Worte: **Barometer** (Th. I. S. 264.) erinnert, daß zu dieſer Berichtigung Tabellen, nach den dort angegebnen allgemeinen Formeln berechnet, ſehr brauchbar ſeyn würden. Solche Reductionstabellen, die ganz beſonders für das manheimiſche Inſtitut eingerichtet ſind, haben wir nunmehr wirklich erhalten (Tabulae pro reductione quorumuis ſtatuum barometri ad normalem quendam caloris gradum publico vſui datae a P. *Guarino Schlögl.* München und Ingolſt. 1787. 4.). Es iſt darinn angenommen, daß ſich 27 Zoll Queckſilber von 0 bis 80 Gr. Reaum. um 5, 5 Lin. ausdehnen.

nen er die Localwirkungen der Meere, Gewäſſer, Berge, Beſchaffenheit des Erdreichs u. ſ. w. berechnet hat. Dieſe Tafeln nun brauchbar zu machen, verlangt er einen einzigen Jahrgang oder ein meteorologiſches Grundjahr von ununterbrochenen Beobachtungen, für einen gewiſſen Ort, dergleichen er ſelbſt vom 8ten Nov. 1779 bis zum 18ten Nov. 1780. in Göttingen faſt ſtündlich angeſtellt hat. Durch gehörige Ausführung dieſes Plans, meint er, werde man nicht nur in der Gegend, wo die Beobachtungen angeſtellt ſind, ſondern überall, künftige Witterungen vorherſagen, und meteorologiſche Kalender, wie aſtronomiſche, verfertigen können.

Das Mittel, woran man ſich bey Vorherſagung der Witterung noch bisher am meiſten gehalten hat, iſt die Rückkehr derſelben nach Perioden, beſonders nach der Periode von neunzehn Jahren. Herr Gatterer verwirft dieſes Mittel nicht ganz, glaubt aber, da die von ihm angenommenen Urſachen der Witterung nicht alle in einerley Perioden wieder zuſammen kämen, ſo würden dabey ſehr viele Epakten und Gleichungen nöthig ſeyn. Die Perioden, welche ſolcher Berichtigungen am wenigſten bedürften, ſind nach ihm für den Mond 350, für die Sonne faſt 400 Jahre. Auf dieſe Art würden freylich die jetzt angeſtellten Witterungsbeobachtungen erſt der ſpätern Nachwelt unmittelbar nützlich ſeyn.

Mikroelektrometer, ſ. Condenſator der Elektricität.

Mikrometer, Micrometra, *Micromètres.* Werkzeuge zu Abmeſſung kleiner Größen. Man bringt ſie insgemein bey Fernröhren und Vergrößerungsgläſern an, um die Größe des Bildes zu meſſen, welches durch das letzte Augenglas betrachtet wird. Aus dieſer kan man nehmlich die Größe des zugehörigen Sehewinkels finden, wenn man vorher die Größe eines andern Bildes und des ihm zugehörigen Sehewinkels wirklich gemeſſen hat. So dient das Mikrometer, ſehr kleine Sehewinkel zu meſſen, und unter einander zu vergleichen, z. B. klein

ſcheinbare Entfernungen am Himmel, ſcheinbare Durchmeſſer der Planeten, Verhältniße der Theile an kleinen Gegenſtänden, die man durchs Mikroſkop betrachtet, u. ſ. w.

Gaſcoigne fiel um das Jahr 1640 zuerſt darauf, in aſtronomiſchen Fernröhren das Bild im Brennpunkte des Objectivglaſes durch zwo bewegliche Metallplättchen mit ſcharfen Ecken abzumeſſen (Philoſ. Trans. num. 25. p. 457.). **Huygens** (Syſtema Saturnium, Hag. Com. 1659. 4.) bediente ſich, um die Durchmeſſer der Planeten zu meſſen, einiger Meſſingplättchen mit zuſammenlaufenden Seiten, die er durch Einſchnitte ins Fernrohr ſchob, und bemerkte, an welcher Stelle ihre Breite gerade den Planeten bedeckte. Aus den zu Modena 1662 gedruckten Ephemeriden des Marcheſe **Malvaſia** ſieht man, daß derſelbe kleine Diſtanzen der Fixſterne und Mondflecken, Planetendurchmeſſer u. dergl. durch ein Gitter von Silberdrath im Brennpunkte des Augenglaſes abgemeſſen, und den Abſtand der Fäden in dieſem Gitter durch die Zeit beſtimmt hat, die ein Fixſtern im Aequator brauchte, um von einem Faden zum andern zu kommen. **Auzout** und **Picard** beſchreiben in einem Briefe an **Oldenburgh** vom Jahre 1666 ein Mikrometer aus zween ſeidnen Fäden, deren einer unbeweglich, der andere aber in einen Rahmen geſpannt war, den man mittelſt einer Schraube vor- oder rückwärts bewegen konnte (ſ. *de la Hire* in Mém. de Paris. 1717. p. 72. ſq.). Unter Hevels Nachlaß fand **Hecker** in Danzig (Acta Erud. Lipſ. 1708. Mart.) ein Mikrometer aus parallelen Fäden, deren Abſtand ſich durch Schrauben ſo ändern ließ, daß man das zu meſſende Bild zwiſchen ſie faſſen konnte. **Römers** Mikrometer, ebenfalls mit parallelen Fäden, beſchreibt **Horrebow** (Baſis Aſtron. cap. 13.) aus einem um 1676 verfertigten Aufſatze, worinn Römer meldet, er habe daſſelbe mit Picard zugleich auf der pariſer Sternwarte gebraucht; daher auch Horrebow glaubt, de la Hire (Mém. de Paris 1717.), der blos Auzout und Picard als Erfinder nennt, habe Römers Namen vorſetzlich verſchwiegen. Dieſes **Mikrometer** mit

parallelen Fäden iſt in der praktiſchen Sternkunde nachher ſehr in Gebrauch gekommen, und wird mit einigen dabey angebrachten Verbeſſerungen beym Smith (Lehrbegrif der Optik, durch Käſtner III. Buch, 8 Cap. §. 135. u. f.) umſtändlich beſchrieben.

Ein anderes ſehr einfaches und wohlfeiles Mikrometer erfand Gottfried Kirch zu Berlin im Jahre 1679, und beſchrieb es zuerſt in ſeinem 1696 herausgegebnen Kalender. Es iſt unter dem Namen des Schraubenmikrometers bekannt. Ein meſſingener Ring ABMN, Taf. XVI. Fig. 43., der an der Stelle des Brennpunkts der Gläſer um das Fernrohr gelegt wird, hat bey A und B Schraubenmuttern, in welche die Schrauben FD, EC paſſen, welche man ſo weit hineinſchrauben kan, daß ihre Enden F und E im Mittelpunkte des Geſichtsfeldes bey O zuſammenkommen. K und L ſind runde Scheiben mit getheilten Kreiſen, und die Handhaben CG, HD vertreten durch ihre Richtung die Stelle der Zeiger. Betrachtet man nun durch dieſes Fernrohr z. B. den Durchmeſſer eines Planeten, ſo kan man die Schrauben ſo ſtellen, daß ihre Enden E und F das Bild deſſelben zwiſchen ſich enthalten. Alsdann ſchraubt man E und F zuſammen, und zählt die dazu nöthigen Umdrehungen, wobey die Stellung der Handhaben CG, HD gegen die getheilten Scheiben K und L, noch halbe, Viertel- Achtel-Umdrehungen u. ſ. w. angiebt. So weiß man die Größe des Bildes in Umdrehungen der Schraube.

Der Werth jeder Umdrehung läßt ſich zwar aus der Brennweite des Objectivglaſes und der Weite der Schraubengänge durch bloße Rechnung finden (ſ. Käſtner aſtron. Abhandl. 2te Samml. S. 311. u. f.); es iſt aber ſicherer, ihn durch wirkliche Erfahrung zu beſtimmen. Hiezu braucht man den Sonnendurchmeſſer, oder bekannte Weiten von Fixſternen, oder die Zeit, die ein Fixſtern nöthig hat, um durch die tägliche Bewegung von einer Schraube zur andern geführt zu werden, oder endlich auch die ſcheinbare Größe eines irdiſchen Gegenſtandes, deſſen Entfernung bekannt iſt. Herr Käſtner lehrt (a. a. O. S. 319.

u. f.) daß, wenn die ſcheinbare Größe eines irdiſchen Gegenſtands = h Secunden, ſeine Entfernung = b, die Brennweite des Objectivs = l, und die Zahl der Umdrehungen für das Bild dieſes Gegenſtands = g genannt wird, der Werth einer Umdrehung $= \frac{h \cdot b}{(b-l)\,g}$ Secunden ſey. Hiebey wird die Stellung des Fernrohrs ſo gelaſſen, wie ſie für unendlich entfernte, d. i. für himmliſche Gegenſtände ſeyn muß. Man findet auf dieſe Art den Werth der Umdrehungen etwas zu klein, aber der Fehler iſt unbeträchtlich, wenn nur der betrachtete Gegenſtand eine hinlänglich große Entfernung hat. Herr K. betrachtete durch ein Fernrohr von 87 leipz. Zoll Brennweite einen um $15921\frac{1}{4}$ leipz. Zoll entfernten Stab, von 8 pariſer Fuß Länge, der alſo dem bloßen an die Stelle des Objectivglaſes geſtellten Auge unter einem Winkel von 1432 Secunden erſcheinen mußte. Dem Bilde dieſes Stabs im Fernrohre kamen $14\frac{19}{24}$ Umdrehungen zu. Daraus findet ſich nach obiger Formel der Werth einer Umdrehung = 97, 343 Secunden. Die Berechnung aus der Brennweite und Weite der Schraubengänge (deren 26, 92 auf den rhein. Zoll giengen) gab 97, 396 Secunden. Herr de la Lande (Aſtr. 2de edit. §. 2529.) giebt andere, hievon etwas abweichende Vorſchriften, welche vielleicht in der Ausübung leichter, aber in der Theorie ſo genau nicht ſind, als die hier beygebrachte. Man ſieht übrigens leicht, daß ſich dieſe Beſtimmungsarten auch auf alle andere Mikrometer anwenden laſſen.

Kirchs Schraubenmikrometer iſt in der erſten Helfte dieſes Jahrhunderts in Deutſchland allgemein gebraucht worden. Weiten der Sterne von einander zu meſſen, zieht es **Euler** (Mém. de l'Acad. de Pruſſe 1748. p. 121.) allen andern vor, und räth nur, die Schrauben in Spitzen zu enden. Inzwiſchen kan man damit doch nur eine Linie auf einmal meſſen, nicht aber Unterſchiede der Rectaſcenſionen und Abweichungen zweener Sterne zugleich, wie doch oft nöthig iſt.

Zu dieſer Abſicht alſo erfand **Caſſini** das **aſtronomiſche Netz** (reticulum) von 45 Graden, welches Zanotti (la

Cometa dell' anno 1749 obſeruata nella ſpecula di Bologna) zuerſt beſchrieben hat. Die dabey von **Bradley** angebrachten Verbeſſerungen nebſt dem Rautenneze (reticulum rhomboidale) beſchreibt **Smith** (Lehrbegrif der Optik durch **Käſtner** S. 318. u. f.). Solche Netze beſtehen aus unbeweglichen im Brennpunkte des Objectivglaſes ausgeſpannten Fäden. Dieſe Fäden bilden eine Figur, in der eine gewiſſe Linie jederzeit mit der Richtuug der täglichen Bewegung parallel geſtellt wird.

Man hat auch Mikrometer aus unbeweglichen parallelen Linien oder Gittern, welche ſowohl in Fernröhren als Vergrößerungsgläſern zu Abmeſſungen kleiner Größen mit Vortheil gebraucht werden. **Dechales** (Mund. mathem. Dioptric. L. II. prop. 59.) und **Zahn** (Oculus artific. Fundam. III. Syntagm. IV. Cap. 2. §. 1.) empfehlen Gitter von Pferdehaaren oder von Linien auf Glas, zu Abzeichnung der Mondflecken. **Römer** ſtellte ein ſolches Gitter wegen des veränderlichen Monddurchmeſſers in ein Fernrohr mit zwey Objectivgläſern, deren Abſtand man ſo ändern konnte, daß das Mondbild allezeit den Raum des Geſichtsfelds genau ausfüllte. **De la Hire** (Mém. de Paris 1701.) giebt eben dieſe Vorſchrift, räth aber an, die Linien des Gitters mit Demant in ein ebnes Glas zu ſchneiden. In vielen Fernröhren, beſonders an Quadranten, findet man einige feſte parallele Fäden, die man als Mikrometer brauchen kan. Das Fernrohr am göttingiſchen Mauerquadranten z. B. hat fünf parallele Fäden, wobey der Abſtand zwiſchen jedem Paare $7\frac{1}{2}$ Min. beträgt, und die Theile des Abſtands nach dem Augenmaaße geſchätzt werden können. **Tobias Mayer** (Koſmographiſche Nachrichten und Samml. Wien und Nürnb. 1750. gr. 4. S. 1.) ſchlug vor, ein Glas mit Tuſche zu überſtreichen, und mit einem Federkiele ſo viel wegzunehmen, daß parallele Linien ſtehen blieben; **Brander** ſchnitt die Linien mit einem Demant ſo fein in Glas, daß ſie kaum $\frac{1}{200}$ einer Linie breit wurden, und ihre Abſtände $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{28}$ einer Linie betrugen. Da aber dieſer Linien ſehr viele ſind, ſo iſt man bey der Beobachtung in Gefahr, eine für

die andere zu nehmen. Wie man einen leeren Kreis als Mikrometer brauchen könne, zeigt de la Lande (Aſtron. 2de edit. §. 2510.)

Der P. Helfenzrieder (Tubus aſtronomicus ampliſſimi campi cum micrometro ſuo et feneſtellis ocularibus. Ingolſt. 1773. 4.) ſucht durch Vervielfältigung der Oculare, deren er 32 in zwo Reihen oder Fenſterchen ordnet, das Feld des Mikrometers zu erweitern. Er braucht dazu ein Gitter aus feinen Silberfäden, über das ſich ein beweglicher Faden vermittelſt einer Schraube führen läſt. In dieſem ziemlich zuſammengeſetzten Werkzeuge zeigt jedes Ocular eine andere Stelle des Himmels, und alle zuſammen faſſen einen Raum von mehreren Graden.

Wenn man die Mikrometer der Fernröhre bey Sternen im Dunkeln gebrauchen will, ſo müſſen die Fäden derſelben erleuchtet werden. Insgemein ſtellt man eine weiſſe Pappe ſchief vor das Objectivglas, erleuchtet ſie durch ein gegenüberhängendes Licht in einer Laterne, und ſchneidet in der Mitte ein Loch aus, durch welches man die Sterne ſehen kan. Weit beſſer aber iſt es, die Seiten des Rohres zwiſchen dem Mikrometer und dem Oculare zu öfnen und mit beweglichen Spiegeln zu verſehen, durch welche ſich das Licht von Lampen auf beyde Seiten eines jeden Fadens werfen läſt. Durch Blendungen kan man es leicht ſo einrichten, daß nur die nöthigen Fäden erleuchtet werden, und das Auge an einem völlig dunkeln Platze bleibt.

Da die Stellung der Mikrometer gegen die Gläſer immer unverändert bleiben muß, ſo macht man insgemein die hiezu beſtimmten Fernröhre aus einem einzigen Stück, nicht wie ſonſt, aus Röhren, die ſich verſchieben laſſen.

Aehnliche Vorrichtungen laſſen ſich auch bey Mikroſkopen anbringen. Weil man aber hier nahe Gegenſtände vor ſich hat, ſo braucht man nicht, wie am Himmel, bey der bloßen Angabe des Sehewinkels ſtehen zu bleiben. Man kan ſogleich auf die wirkliche Größe des Gegenſtands ſchließen, daher auch einige Neuere die Veranſtaltungen hiezu **Megalometer** nennen, und von den Mikrometern,

durch welche blos Sehewinkel beſtimmt werden, unterſcheiden wollen.

Leeuwenhoek ſchätzte die Größe kleiner Gegenſtände durch Vergleichung mit Sandkörnern, deren 100 auf die Länge eines Zolls giengen, und die er zugleich mit dem Objecte durch das Mikroſkop betrachtete. **D. Jurin** (Diſſ. upon phyſico-mathematical ſubjects, p. 45.) wand einen feinen Silberdrath ſo dicht, als möglich, um eine Nadel, und zählte die Umwindungen in der Länge eines Zolles, dann ſchnitt er den Drath in kleine Stückchen, und ſtreute dieſelben auf den Teller, auf dem die Sache lag, um ihr Bild nach dem Augenmaaße mit dem Bilde der Sache zu vergleichen. So fand er z. B., daß vier Kügelchen im Menſchenblute insgemein die Breite eines Draths bedeckten, von dem 485 Umwindungen auf einen Zoll giengen. Daher ſetzt er den Durchmeſſer eines Kügelcheus = $\frac{1}{1940}$ Zoll.

D. Hook's Methode, mit einem Auge durchs Vergrößerungsglas Gegenſtände zu betrachten, und das andere Auge unbewafnet auf andere gleich weit entfernte Objecte von bekannter Größe zu richten, dient nicht ſowohl, die Größe der Gegenſtände, als vielmehr die Vergrößerung, die das Inſtrument bewirkt, zu erfahren. Sie iſt der Vorſchrift ähnlich, die ich zu Beſtimmung der Vergrößerung bey Fernröhren aus **Wolfs** Dioptrik bey dem Worte **Auzometer** angeführt habe.

Netze oder Gitter von feinen in Glas geſchnittnen oder auf Glas gezeichneten Linien zum Mikrometer und zu Abzeichnungen zu gebrauchen, hat **Martin** (Opticks p. 288.) unter dem Namen Graphical Perſpectives vorgeſchlagen. **Brander** verſahe unter den zwey zuſammengeſetzten Mikroſkopen, die er (Augsb. 1769. 8.) beſchrieben hat, das eine mit einem ſolchen Gitter, das andere mit einem Schraubenmikrometer. Um dadurch Größen der Gegenſtände zu beſtimmen, muß der Werth der Gitterfächer oder der Schraubenumdrehungen in wahrem Maaße, nebſt der Vergrößerung des Inſtruments bekannt ſeyn. Weil ſich aber die letztere ändert, ſo oft das Mikroſkop anders geſtellt wird, ſo muß ſie für jede Stellung beſonders beſtimmt werden.

Übrigens werden ſolche mikroſkopiſche Gitter von Herrn Tiedemann in Stuttgard und Herrn Schröter in Gotha ſehr vollkommen verfertiget.

Herr Beſeke in Mietau (Leipziger Magazin zur Naturgeſch. und Oekonomie v. J. 1786. 1ſtes Stück, ingl. Beob. und Entd. aus der Naturk. v. der berl. Geſ. naturf. Freunde II B. 1 Stück. Num. 13.) bedient ſich zum Megalometer einer Fläche von 6 Zoll Länge und 5 Zoll Breite, die in Quadratzolle und Quadratlinien nach Decimalmaaß eingetheilt iſt, wobey ſich die Zollſtriche durch ihre Stärke unterſcheiden. Dieſe Fläche wird in einerley Horizontalebne mit dem Objecte gebracht. Das linke Auge betrachtet den Gegenſtand durchs Mikroſkop, indem das rechte unbewafnet auf die getheilte Fläche ſieht. So kan man das vergrößerte Bild mit den Zollen und Linien der Theilung vergleichen, nöthigenfalls auch, wenn ſich etwa die Linien nicht gut abzählen laſſen, mit dem Zirkel meſſen, und die Zahl der Linien, die es einnimmt, beſtimmen. Nun nimmt Hr. B., wie Jurin, eine Drathſaite zu Hülfe. Von den meſſingnen Klavierſaiten Num. 5. gehen 81 Gewinde auf einen Rheinl. Zoll. Alſo iſt der Durchmeſſer $\frac{10}{81}$ oder etwa $\frac{1}{8}$ Lin. Ein Stück ſolcher Saite bringt er unter das Mikroſkop, zählt die Linien, welche die Breite deſſelben einnimmt (z. B. 23), und findet dadurch die Vergrößerung ($8 \times 23 = 184$ mal). Bey unveränderter Stellung des Inſtruments betrachtet er nun eben ſo, einen Gegenſtand (z. B. ein Menſchenhaar, deſſen Breite $\frac{46}{8}$ Lin. einnimmt), und erhält daraus deſſen Größe durch eine leichte Rechnung ($\frac{46}{8} : 184 = \frac{1}{32}$ Lin.). Es iſt aber für jede Stellung des Mikroſkops die Vergrößerung aufs neue zu beſtimmen, obgleich Hr. B. zu glauben ſcheint, daß ſie für jede Objectivlinſe immer dieſelbe bleibe: auch iſt dieſe Methode für diejenigen nicht wohl brauchbar, welche Augen von ungleicher Güte haben.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel. S. 167. 172.

Käſtner Aſtronomiſche Abhandlungen, zweyte Sammlung Göttingen, 1774. 8. Siebente Abhdl. S. 265 u. f.

Mikroſkop, Vergrößerungsglas, Microſcopium, Engyſcopium, *Microſcope.* Ein Werkzeug, wodurch ſich ſehr kleine, aber nahe Gegenſtände dem Auge deutlich und vergrößert darſtellen. Man bedient ſich dabey entweder eines einzigen, oder mehrerer Gläſer, worauf die Eintheilung der Mikroſkope in **einfache** und **zuſammengeſetzte** beruht. Bey den letztern werden bisweilen auch ſtatt einiger Gläſer Metallſpiegel gebraucht; in dieſem Falle heißt das Inſtrument ein **reflectirendes** oder **Spiegelmikroſkop**.

Die Erfindung der Mikroſkope iſt für die Naturlehre faſt noch wichtiger, als die Entdeckung der Fernröhre geweſen, obgleich die letztere mehr äuſſern Glanz hat, und auf erhabnere und größere Gegenſtände gerichtet iſt. Das Mikroſkop zeigt uns dagegen mehr von dem Baue der Körper, die uns zunächſt angehen, und lehrt uns den großen Schöpfer auch im **Kleinen** bewundern.

Das einfache Mikroſkop, welches blos aus einem einzigen convexen Linſenglaſe beſteht, muß eben ſo alt, als der Gebrauch der erhabnen Linſen überhaupt ſeyn, ſ. **Linſengläſer, Brillen**. Denn dieſe Linſen konnten, ſobald ſie erfunden waren, doch zu nichts anderm, als zur Vergrößerung kleiner und naher Gegenſtände gebraucht werden, ob es gleich damals niemand einfiel, ihnen den Namen der Mikroſkope zu geben. Man brauchte ſie zuerſt als Loupen und Brillen, und verfertigte ſie nachher immer kleiner und erhabner, um deſto kleinere Gegenſtände dadurch betrachten zu können, bis endlich **Hartſoeker** und **Hook** den Gebrauch der kleinſten Glaskügelchen lehrten. Da alles dieſes allmählig geſchehen iſt, ſo bleibt blos die Frage von der Erfindung des zuſammengeſetzten Vergrößerungsglaſes übrig, welches den Namen Mikroſkop ſogleich bey ſeiner Entſtehung erhalten hat.

Borel (De vero teleſcopii inventore. Hag. Com. 1655. 4. p. 35.) ſchreibt dieſe Erfindung dem Zacharias Janſen in Middelburg und deſſen Sohne gemeinſchaftlich zu. Er theilt einen Brief des holländiſchen Geſandten

Wilhelm Boreel mit, worinn erzählt wird, dieſe Künſtler hätten dem Erzherzog Albrecht von Oeſterreich ein Mikroſkop überreicht, ſ. Fernrohr. Boreel fügt hinzu, er ſelbſt habe im Jahre 1619, da er als Geſandter in England geweſen, bey ſeinem Freunde Cornelius Drebbeln ein von den Janſen verfertigtes Mikroſkop geſehen, welches Drebbel von dem Erzherzoge bekommen habe. Es ſey daſſelbe ſechs Fuß lang, einen Zoll weit und von vergoldetem Kupfer geweſen, und habe mittelſt dreyer meſſingnen Delphine auf einem Würfel von Ebenholz geruhet, auf den man auch die Gegenſtände gelegt habe. Dieſe Erzählung, der man die Glaubwürdigkeit nicht abſprechen kan, zeigt deutlich, daß das erwähnte Inſtrument ein zuſammengeſetztes Mikroſkop geweſen ſey; aber die innere Einrichtung iſt nicht angegeben. Montucla vermuthet, es möge ſo, wie die erſten Fernröhre, aus einem erhabnen und einem Hohlglaſe beſtanden haben.

Dieſer Nachricht ungeachtet hat man doch den Janſen die Ehre dieſer Erfindung nicht durchgängig zugeſtanden. Huygens (Dioptrice in Opuſc. poſth. Lugd. Bat. 1703. 4. p. 221.) ſagt, daß im Jahre 1618 das Mikroſkop noch nicht bekannt geweſen, erhelle aus dem Stillſchweigen des Sirturus (Teleſcopium, Frf. 1618. 4.), der eine ſo wichtige Entdeckung gewiß würde erwähnt haben. Es ſey ihm aber von Augenzeugen verſichert worden, daß man 1621 in England bey Drebbeln Mikroſkope geſehen habe, und ebenderſelbe werde auch für den Erfinder gehalten. Dieſe Stelle des Huygens hat veranlaſſet, daß faſt die meiſten Schriftſteller die Erfindung des Mikroſkops Drebbeln zueignen, und in die Jahre 1618 — 1621 ſetzen.

Endlich hat ſich auch noch der Neapolitaner Franz Fontana (Novae terreſtrium et caeleſt. obſ. Neap. 1646. 4.) als der Erfinder des Mikroſkops angegeben, auf welches er ſchon im Jahre 1618 gekommen ſeyn will. Seine Zeugniße aber ſind nicht älter, als von 1625. Montucla iſt geneigt, ihm die Erfindung des Mikroſkops mit zwey Convexgläſern zuzueignen, weil nach ſeiner Vermuthung das Drebbelſche ein hohles Augenglas gehabt haben ſoll. Daß Mon-

tucla die Janſen gar nicht nennt, da er doch Boreels Brief anführt, iſt eine kaum zu verzeihende Unterlaſſung.

Man ſieht hieraus, daß die zuſammengeſetzten Vergrößerungsgläſer bald nach den Fernröhren erfunden und bekannt worden ſind. Sie gaben Veranlaſſung, kleine Gegenſtände genauer zu betrachten, und da man in der Folge auch einfache Linſen ſehr bequem hiezu fand, ſo entſtand daraus erſt nachher die Benennung der erhabnen Glaslinſen mit dem Namen der Mikroſkope, und die Eintheilung in einfache und zuſammengeſetzte.

Einfaches Mikroſkop.

Wenn man eine kleine Sache CD, Taf. XVI. Fig. 44. durch ein erhabnes Glas A B ſo betrachtet, daß ſie in des Glaſes Brennpunkte F liegt, ſo erſcheint ſie aufrecht, und dem Presbyten deutlich, ſ. Linſengläſer (Th. II. S. 917. Num. 2.). Der Stral CE, welcher des Glaſes Mitte trift, geht ungebrochen hindurch; die übrigen, welche von eben dem Punkte C auf die Linſe fallen, laufen nach der Brechung mit CE parallel. Eben ſo iſt es mit den Stralen aus D beſchaffen, welche nach der Brechung mit dem ungebrochenen DG parallel auslaufen. Das Auge in O bekömmt alſo von jedem Punkte der Sache Parallelſtralen, durch welche es ihn, wenn es nicht kurzſichtig iſt, deutlich ſieht: auch ſieht es den Punkt C nach γ, den Punkt D nach δ zu, mithin den Gegenſtand **aufrecht**.

Was die **Vergrößerung** betrift, ſo erſcheint die Sache CD unter dem Winkel $\gamma O \delta$, welcher dem CcD, oder demjenigen Sehewinkel gleich iſt, unter welchem CD vom bloſſen Auge würde geſehen werden, wenn daſſelbe in c an der Stelle des Glaſes ſtünde. Man ſieht alſo in dieſem Falle die Körper nur eben ſo groß, als ſie das bloße Auge an der Stelle des Glaſes ſehen würde; und wenn man unter Vergrößerung, wie bey den Fernröhren, das Verhältniß der Winkel $\gamma O \delta$ und CcD verſteht, ſo erhält man in dieſem Sinne des Worts durch ein einfaches Mikroſkop gar keine **Vergrößerung**.

Man muß aber bedenken, daß kleine Sachen, in der Nähe betrachtet, ſchon dem bloßen Auge ſehr groß erſcheinen würden, wenn man ſie nur nahe genug bringen könnte, ohne Undeutlichkeit zu verurſachen. Es giebt eine gewiſſe **Weite des deutlichen Sehens** (diſtantia viſionis diſtinctae), die eigentlich für jedes Auge eine andere iſt, im Durchſchnitte aber für die meiſten Augen auf 8 Zoll geſetzt werden kan. Iſt nun cF, oder die Brennweite des Glaſes, weit unter 8 Zoll, ſo wird das bloße Auge, in c geſetzt, den Gegenſtand CD unter einem ungemein großen Sehewinkel, freylich aber ſehr undeutlich, ſehen. Setzt man hingegen das Glas in c, ſo ſieht das Auge in O die Sache unter eben dem ungemein großen Sehewinkel, nunmehr deutlich. Die Wirkung des Glaſes iſt alſo die, daß man die Sache viel näher, als an das bloße Auge, rücken, und doch deutlich ſehen kan. In der Figur z. B. ſieht man ſie ſo groß, als ob ſie um die Weite Fc vom Auge abſtünde, da man ſie mit dem bloßen Auge nicht näher, als in der Weite von 8 Zollen, betrachten könnte. Da ſich nun kleine Sehewinkel umgekehrt, wie die Abſtände der Sache vom Auge verhalten, ſ. **Sehewinkel**, ſo verhält ſich die ſcheinbare Größe, die das Mikroſkop zeigt, zu der, die das bloße Auge ſieht, wie 8 Zoll zu Fc; oder die **Vergrößerung** (worunter hier das Verhältniß des Winkels $\gamma O \delta$ zu dem, unter welchem CD im Abſtande von 8 Zollen erſcheint, verſtanden wird) iſt $= \frac{8 \text{ Zoll}}{Fc}$ d. i. gleich der Weite des deutlichen Sehens, dividirt durch die Brennweite der Linſe.

In dieſem Sinne vergrößert ein einfaches Mikroſkop deſto ſtärker, je kürzer ſeine Brennweite iſt. Ein Glas, das eine Brennweite von $\frac{1}{20}$ Zoll hat, wird 160mal vergrößern. Es verſtattet nemlich, die Sache ſo zu betrachten, als ob ſie dem Auge 160mal näher ſtünde, als gewöhnlich, und ſie doch deutlich zu ſehen.

Das Geſichtsfeld hiebey hat einen Halbmeſſer, der dem ſcheinbaren Halbmeſſer der Oefnung des Glaſes $\gamma O F$ gleich iſt. Weil nun dieſer deſto mehr wächſt, je näher

man das Auge an das Glas bringt, ſo kan man auch am meiſten vom Gegenſtande überſehen, wenn man das Auge dem Glaſe ſo nahe als möglich, hält.

Wenn die Sache nicht genau im Brennpunkte des Glaſes, ſondern ein wenig vor oder hinter demſelben liegt, ſo erhält das Auge nicht mehr parallele, ſondern divergirende oder convergirende Stralen. Myopen, welche durch divergirende Stralen deutlich ſehen, müſſen alſo das Glas etwas näher an den Gegenſtand rücken, als die Presbyten. Dies iſt der Fall, der beym Worte: **Linſengläſer** (Th. II. S. 917. Num. 1.) angeführt wird.

Die Vergrößerung wird hiebey um etwas weniges geringer, nnd der Ort des Auges iſt nicht mehr willkührlich, ſondern muß ungefähr um die Weite des deutlichen Sehens vom Bilde abſtehen. Hält man das Glas etwas weiter von der Sache ab, als die Brennweite beträgt, ſo ſieht man durch convergente Stralen, alſo nicht mehr ſo deutlich, aber ſtärker vergrößert, als vorher, u. ſ. w.

Da die Güte der Augen ſo verſchieden iſt, ſo thut man am beſten, wenn man beym Gebrauche der einfachen Vergrößerungsgläſer den gehörigen Abſtand des Glaſes von der Sache und des Auges vom Glaſe durch Probiren ſucht. Zu dieſer Abſicht werden erhabne Linſen von kurzen Brennweiten in Ringe von Meſſing, Horn u. dgl. gefaßt, und mit einem Griffe verſehen, bey dem man ſie nahe an die Sache halten, und dann das Auge ſo weit entfernen kan, bis man die gröſte Deutlichkeit erhält. Solche Gläſer ſind unter dem Namen der **Loupen** (loupes) bekannt, und es läſt ſich mit ihnen ſchon ſehr viel wahrnehmen, was dem bloßen Auge entgeht.

Leeuwenhoek, der ſich durch mikroſkopiſche Entdeckungen ſo ausnehmend hervorgethan hat, bediente ſich zu ſeinen unzählbaren und mühſamen Unterſuchungen nie anderer, als ſolcher einfachen Linſengläſer, die er zwiſchen zwo ſilberne in der Mitte durchbohrte Platten einlegte. Den Gegenſtand befeſtigte er mit Leim auf eine Nadel, die man in jede beliebige Entfernung vom Glaſe bringen konnte. Seine Linſen, die er ſelbſt verfertigte, und größten-

theils der königlichen Societät zu London hinterließ, ſind von **Folkes** und **Baker** unterſucht, und von keiner ſtärkern, als etwa 160facher, Vergrößerung, aber von ungemeiner Deutlichkeit, gefunden worden, ſo daß man ſeine großen Entdeckungen nicht ſowohl der vergrößernden Wirkung der Gläſer, als vielmehr ſeiner Geſchicklichkeit und langen Erfahrung im Gebrauche derſelben und in der Zubereitung der Gegenſtände zu danken hat.

Starke Vergrößerungen erfordern geringe Brennweiten. Da man nun Gläſer von ſehr kurzer Brennweite nicht gut ſchleifen kan, ſo kam **Hartſoeker** um das Jahr 1668 auf den Gedanken, zum einfachen Mikroſkop kleine **Glaskügelchen** zu gebrauchen, die ſich an der Lampe ſehr leicht ſchmelzen laſſen. Schon vorher ſchlug **D. Hook** (Micrographia. Lond. 1665. fol.) kleine Glaskugeln zu dieſem Gebrauche vor, ob er gleich auf das Schmelzen derſelben an der Lampe erſt in der Folge kam. Die Brennweite der Glaskugeln beträgt den vierten Theil, oder wenn man vom Mittelpunkte der Kugel aus rechnet, drey Viertel ihres Durchmeſſers. So berechnet **Huygens** (Dioptr. prop. 59.) die Vergrößerung, die man durch ſolche Kügelchen erhält, in dem Verhältniße von $\frac{3}{4}$ des Durchmeſſers zu 8 Zoll, ſo daß ein Kügelchen von $\frac{1}{12}$ Zoll Durchmeſſer 128mal vergrößert. Methoden ſolche Kügelchen zu ſchmelzen, beſchreiben **Butterfield** (Phil. Trans. no. 141.) und **Adams** (Eſſay on the microſcope, p. 11.)

Die kleinſten Kügelchen dieſer Art hat der **P. di Torre** in Neapel verfertigt, und im Jahre 1765 vier davon an die königliche Societät zu London überſendet, bey welcher ſie von **Baker** (Philoſ. Trans. Vol. LVI. p. 67.) unterſucht worden ſind. Das kleinſte derſelben hatte nur $\frac{1}{240}$ Zoll im Durchmeſſer, und ſollte daher 2560mal vergrößern. Sie waren aber ganz unbrauchbar, und Baker urtheilte bey aller ſeiner Geſchicklichkeit in Behandlung der Mikroſkope, daß wenig Augen ſeyn möchten, die durch ſie nicht blind werden würden. Allerdings ſind ſolche Kügelchen zwar der Theorie nach die ſtärkſten Vergrößerer, in der Ausübung aber ſetzt die Schwierigkeit, die Objecte anzubringen, der

Mangel des Lichts, die große Nähe des Auges und die Kleinheit des deutlichen Geſichtsfelds ihrem Gebrauche unüberwindliche Hinderniße entgegen.

Ueberhaupt wird der Gebrauch der einfachen Vergrößerungsgläſer durch viele Umſtände ſehr erſchweret, wenn die Brennweite kurz iſt. Alsdann nemlich müſſen Gegenſtand, Glas und Auge äuſſerſt nahe zuſammengebracht werden, wobey es an Bequemlichkeit, den Gegenſtand anzubringen, und an der nöthigen Menge von Licht mangelt. Sind die Gegenſtände durchſichtig oder dünn genug, um viel Licht durchzulaſſen, ſo kan man ſie von der Rückſeite her erleuchten, und hiezu haben einige Künſtler ſehr bequeme Einrichtungen des einfachen Mikroſkops angegeben.

Unter andern beſchrieb Wilſon eine ſolche im Jahre 1702 in den philoſophiſchen Transactionen, die nachher von D. Lieberkühn zum Sonnenmikroſkop gebraucht, und unter dem Namen des wilſoniſchen oder lieberkühniſchen Mikroſkops allgemein beliebt geworden iſt. Sie beſteht aus zwo Röhren, die ſich in einander ſchrauben laſſen, Taf. XVI. Fig. 45. Am Ende der innern Röhre AC befindet ſich ein großes erhabnes Linſenglas, deſſen Brennweite ohngefähr bis D ans andere Ende des Inſtruments reicht. Wenn man dieſes Glas gegen das Taglicht kehrt, ſo wird alles, was ſich um D herum befindet, ſtark erleuchtet. In der äuſſern Röhre ſtemmt ſich eine Spiralfeder von einigen Windungen aus Drath mit ihrem Ende gegen eine anliegende Platte, welche dadurch beſtändig gegen eine zweyte Platte angedrückt wird. Dieſe äuſſere Röhre hat auch an der Vorderſeite bey D die zur Vergrößerung dienende Linſe, welche in eine hole oder trichterförmige Faſſung eingelegt iſt, ſo daß man das Auge bequem in die Hölung legen, und der Linſe ſo nahe als möglich bringen kan. Beyde Röhren ſind an den Seiten, faſt an ihrer ganzen Länge hin, ausgeſchnitten und offen. Die Gegenſtände befinden ſich in einem Fig. 45 $\frac{b}{}$ beſonders vorgeſtellten Schieber mit Löchern, in welchen ſie zwiſchen Plättgen von Frauenglas, oder beſſer dünnem Glas, eingeklemmt ſind. Dieſen Schieber ſteckt

man durch die Oeſnungen an den Seiten der Röhren zwiſchen die zwey vorhin erwähnten Platten, welche in der Mitte durchbohrt ſind, ſo, daß das Loch mit dem Gegenſtande vor der Mitte ſteht. Hier wird der Schieber durch die Kraft der Feder gegen das eingeſchraubte Ende der innern Röhre feſt angeklemmt, und man kan nun die ganze Vorrichtung bey dem Grif anfaſſen, die Stelle D an das Auge bringen, und indem man AC der Erleuchtung halber gegen das Taglicht kehrt, beyde Röhren ſo lang in einander ſchrauben, bis der Gegenſtand die gehörige Entfernung von D erhält, und das vergrößerte Bild deſſelben recht deutlich wird. Dieſes Mikroſkop wird noch jezt ſehr häufig aus Meſſing, Elfenbein, Horn u. dgl. verfertigt, und mit der dazu nöthigen Geräthſchaft und einer Anzahl Schiebern mit mikroſkopiſchen Gegenſtänden in Etuis aufbewahrt. Insgemein iſt es ſo eingerichtet, daß man bey D Faſſungen mit größern und kleinern Linſen nach Gefallen einſchrauben kan. Zur Betrachtung flüßiger Körper ſind hole gläſerne Röhren dabey, die man mit den Flüßigkeiten füllet, und ſtatt der Schieber zwiſchen die Platten bringt.

Eine andere Einrichtung, die von einem Prediger in Zeiß Gottfried Teuber herrührt, findet man beym **Wolf** (Elem. Dioptr. Probl. 40. §. 418.). Sie beſteht aus zwo meſſingnen Platten, die ſich in einem Charniere ſo bewegen, daß ſich der Winkel, den ſie machen, mehr öfnen oder ſchlieſſen läßt. In der einen Platte liegen die Linſen oder Kügelchen, in der andern der Gegenſtand auf einer Glasplatte: die ganze Vorrichtung wird an einem Griffe gehalten, und der Gegenſtand gegen das Taglicht betrachtet. Das ſogenannte **Zirkelmikroſkop** hat die Form eines Zirkels, deſſen eine Spitze die Faſſung mit dem Glaſe, die andere den Gegenſtand trägt, und den man ſo weit öfnet oder zuthut, bis Glas und Gegenſtand in die gehörige Entfernung kommen. Mehrere Einrichtungen zu Linſen und Kügelchen beſchreiben **Wolf** (Elem. Dioptr. Probl. 38. §. 407. ingl. Probl. 40. §. 418. Nützliche Verſuche Th. III. Cap. 6. §. 76 u. f.) und **Adams** (Eſſay on the microſcope. London, 1787. 4maj.)

Stephan Gray (Philoſ. Trans. no. 221. 223.) fiel auf ein leichtes Mittel, ſehr wohlfeile Mikroſkope, freylich nur auf kurze Zeit, zu machen. Man nimmt mit einer Nadelſpitze ein Waſſertröpfchen auf, und bringt es in ein kleines Loch in einer metallnen Platte, wo es eine kugelförmige Geſtalt annimmt, und die Dienſte eines einfachen Mikroſkops thut. Beſonders erſcheinen dadurch die im Waſſertropfen ſelbſt befindlichen Thierchen ſehr groß, weil hiebey die hintere Seite des Tropfens wie ein Hohlſpiegel wirkt. Man nennt dieſe Vorrichtung **Grays Waſſermikroſkop.**

Bey Betrachtung undurchſichtiger Gegenſtände iſt die Erleuchtung, die hier von der Vorderſeite kommen muß, ſchwerer anzubringen. D. **Lieberkühn** bediente ſich dazu im Jahre 1739 eines polirten ſilbernen Hohlſpiegels, den er in der Mitte durchbohrte, und in das Loch ein Vergrößerungsglas einſetzte. Der Hohlſpiegel, gegen das Taglicht gekehrt, erleuchtet den Gegenſtand, der in ſeinem Brennpunkte angebracht wird, von eben der Seite her, von welcher ihn das Auge durch das eingeſetzte Glas betrachtet. Lieberkühn zeigte dieſe Einrichtung verſchiedenen Künſtlern in England, beſonders dem Herrn **Cuff**, welcher viel Mikroſkope von dieſer Art mit großer Vollkommenheit verfertiget hat. Schon **Leeuwenhoek** (Arcana naturae detecta p. 182.) redet von einer ähnlichen Erfindung, wobey er eine kleine polirte meſſingne Schüſſel zur Erleuchtung gebrauchte, um den Kreislauf des Bluts in Aalen zu betrachten.

Beym Gebrauche des einfachen Mikroſkops kömmt ſehr viel auf eine geſchickte Behandlung des Gegenſtands an, die man ſchwerlich anders, als durch Erfahrung erlernen kan. Dunkle Gegenſtände erfordern ein ſtärkeres Licht, als helle und durchſichtige; für manche iſt das Licht einer Kerze dem Taglichte vorzuziehen: das unmittelbare Sonnenlicht aber iſt für alle mikroſkopiſche Beobachtungen zu ſtark.

Zuſammengeſetzte Mikroſkope.

Das zuſammengeſetzte Mikroſkop aus zwey Gläſern iſt dem aſtronomiſchen Fernrohre ähnlich. Es beſteht

aus zwey Converglåſern, der Objectivlinſe DE, Taf. XVI. Fig. 46., und dem Augenglaſe GH. Der Gegenſtand AB iſt von der Objectivlinſe DE um etwas weniges mehr entfernt, als ihre Brennweite CF beträgt. Dadurch entſteht, den Eigenſchaften der Linſengläſer gemäß, in ab ein umgekehrtes und vergrößertes Bild des Gegenſtandes, welches im Brennpunkte des Ocularglaſes GH liegt, und durch dieſes Glas vom Auge O betrachtet wird. Da alle aus einem Punkte des Bildes, z. B. aus a kommende Stralen aus dem Brennraume des Glaſes GH ausfahren, ſo werden ſie nach der Brechung mit einander parallel, und zeigen dem Auge in O den Punkt a deutlich. Weil aber O den Punkt B des Gegenſtands nach der Richtung OG ſieht, ſo erſcheint die Sache durch dieſes Mikroſkop umgekehrt.

Man ſetze der Objectivlinſe Brennweite $CF = f$, die des Ocularglaſes $Ka = F$, die Weite des Gegenſtands von der Objectivlinſe $CA = b$, ſo iſt die Entfernung des Bildes $Ca = \frac{bf}{b-f}$, ſ. Linſengläſer. Der Winkel GOK, unter welchem das Bild geſehen wird, iſt $= bKa$, und verhält ſich zu $bCa = ACB$, wie $Ca : Ka$, d. i. wie $Ca : F$. Der Winkel bCa aber verhält ſich zu dem, unter welchem der Gegenſtand in der Entfernung von 8 Zoll erſcheint, wie 8 Zoll zu $CA = b$. Alſo vergrößert das Werkzeug in dem zuſammengeſetzten Verhältniße $\overline{Ca : F} + \overline{8 \text{ Zoll} : b}$, d. i. wenn alle Längen in Zollen ausgedrückt werden, im Verhältniße $8 . Ca : b . F$, oder wenn man für Ca ſeinen obigen Werth ſetzt, im Verhältniße $8 f : (b - f) F$.

Bey einerley Gläſern, oder wenn F und f ungeändert bleiben, wird die Vergrößerung deſto ſtärker, je kleiner $b - f$ oder FA iſt, d. i. je näher der Gegenſtand AB an den Brennpunkt der Objectivlinſe gebracht wird. Man kan auf dieſe Art ſehr ſtarke Vergrößerungen erhalten; aber es wächſt dabey auch die Länge des Werkzeugs, oder die Entfernung beyder Gläſer, welche $= Ca + F$ iſt, weil Ca deſto größer wird, je näher AB dem Brennpunkte kömmt.

Würde die Sache in den Brennpunkt ſelbſt gerückt, ſo wäre Ca unendlich groß, und das Mikroſkop würde gar kein Bild mehr zeigen.

Der vortheilhafteſte Ort für das Auge iſt der, wo $OK = F + \frac{F^2}{Ca}$. Nemlich von jedem Punkte der Sache AB geht ein Stral ungebrochen durch die Mitte der Objectivlinſe. Wo dieſe Stralen, dergleichen hier BCb iſt, mit der Axe vereiniget werden, da iſt der vortheilhafteſte Ort für das Auge: denn dahin käme von jedem Punkte der Sache ein Stral, wenn auch die Oefnung des Glaſes DE nur ein Punkt wäre. Wenn nun des Glaſes GH Brennweite $= F$ iſt, ſo vereinigen ſich Stralen, die aus C oder aus der Entfernung $CK = Ca + F$ herkommen, hinter dem Glaſe in der Entfernung $OK = \frac{(Ca + F).\ F}{Ca} = F + \frac{F^2}{Ca}$.

Der Halbmeſſer des Geſichtsfelds iſt gleich dem Winkel, unter welchem ſoviel vom Gegenſtande, als der Winkel KOG überſehen läſt, in der Entfernung von 8 Zollen ins Auge fällt. Nun ſey der Halbmeſſer der Oefnung des Augenglaſes KG (in Zollen ausgedrückt) $= r$. Was man von der Sache überſieht, oder AB, iſt $= \frac{CA.\ GK}{CK} = \frac{br}{CK}$, wegen der ähnlichen Dreyecke GKC und BAC. Dieſes AB erſcheint aus 8 Zoll Entfernung unter einem Winkel, deſſen Tangente $= \frac{AB}{8}$ oder $\frac{br}{8.\ CK}$ iſt. Dies iſt alſo die Größe der Tangente des Halbmeſſers vom Geſichtsfelde, woraus ſich vermittelſt der trigonometriſchen Tafeln der zugehörige Winkel, oder der Halbmeſſer ſelbſt beſtimmen läſt.

Folgendes Beyſpiel aus Huygens (Dioptr. Prop. 62.) wird dieſe Theorie erläutern. Es ſey $f = \frac{7}{10}$, $F = 2$ Zoll. Der Gegenſtand AB ſey vom Objectivglaſe um $b = \frac{7}{9}$ Zoll entfernt. So geben die obigen Formeln folgende Reſultate

$Ca = \frac{7}{9}.\ \frac{7}{10} : (\frac{7}{9} - \frac{7}{10}) = 7$ Zoll

Die Vergrößerung $8.\ Ca : (2.\ \frac{7}{9}) = 36$mal

Den Abſtand der Gläſer $CK = Ca + F = 9$ Zoll

Den Abſtand des Auges $OK = F + \frac{F^2}{Ca} = 2\frac{4}{7}$ Zoll

Die ganze Länge $OA = 2\frac{4}{7} + 9 + \frac{7}{9} = 12\frac{22}{63}$ Zoll

Die Tangente des Halbmeſſ. vom Geſichtsfelde $= \frac{7}{648}r$, und $AB = \frac{7}{81}r$ Zoll.

Rückte man den Gegenſtand um ſoviel näher, daß b nur $\frac{14}{19}$ Zoll betrüge, ſo wäre

$Ca = \frac{14}{19} \cdot \frac{7}{10} : (\frac{14}{19} - \frac{7}{10}) = 14$ Zoll

Die Vergrößerung $8 \cdot Ca : (2 \cdot \frac{14}{19}) = 76$mal

$CK = Ca + F = 16$ Zoll

$OK = F + \frac{F^2}{Ca} = 2\frac{2}{7}$ Zoll

Die Länge $OA = 2\frac{2}{7} + 16 + \frac{14}{19}$, oder faſt 19 Zoll

Die Tang. des Halbm. v. Geſichtsf. $= \frac{7}{1216}r$; $AB = \frac{7}{152}r$ Zoll.

Hieraus erhellet, daß durch ein geringes Anrücken des Gegenſtandes die Vergrößerung ungemein verſtärkt wird, daß man aber dabey die Gläſer viel weiter auseinander ziehen, das Auge etwas näher bringen, und mit einem kleinern Geſichtsfelde zufrieden ſeyn muß. Man läſt daher die zuſammengeſetzten Mikroſkope aus zwo Röhren beſtehen, die ſich, wie beym Fernrohre, in einander verſchieben laſſen, und macht ſie beweglich, oder ſetzt die Gegenſtände auf einen beweglichen Träger, um ihren Abſtand vom Objectivglaſe, und den Abſtand beyder Gläſer ſelbſt, nach Befinden ändern zu können. So kan man zwar mit einerley Werkzeuge verſchiedene Vergrößerungen erhalten; aber es giebt auch hier Grenzen, über welche man die Vergrößerung nicht treiben darf, wenn nicht die Abweichungen wegen der Geſtalt der Gläſer und wegen der Farbenzerſtreuung allzugroße Undeutlichkeit verurſachen ſollen.

Man nahm die Wirkung dieſer Abweichungen ſehr frühzeitig wahr. Schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts ſuchte ſie Euſtachio de Divinis in Rom durch Verdoppelung der Gläſer zu vermindern. Er brauchte nemlich ſowohl ſtatt der Objectivlinſe als ſtatt des Augenglaſes

zwo zuſammengelegte Linſen, die mit einander, wie eine einzige, wirkten, und konnte dadurch ſtärkere Vergrößerungen und ein weiteres Geſichtsfeld mit geringerer Undeutlichkeit erhalten.

Weit beſſer aber dienen hiezu die **Mikroſkope mit drey Gläſern**, dergleichen zuerſt **D. Hook** (Micrographia. Lond. 1665. fol. praef.) und **Philipp Bonanni** (Micrographia curioſa adiuncta obſervationibus circa viventia &c. Romae. 1691. 4.) beſchrieben haben, und deren Einrichtung Taf. XVII. Fig. 47. vorgeſtellt iſt. Die Objectivlinſe C würde das Bild der Sache AB, welche ein wenig über ihren Brennpunkt F hinaus liegt, umgekehrt in $\alpha\beta$ entwerfen. Aber ehe noch das Bild $\alpha\beta$ zur Wirklichkeit kommen kan, werden die Stralen durch das breite erſte **Augenglas** G aufgefangen, und in näher liegenden Punkten vereiniget, wodurch das Bild ab entſteht. Dieſes Bild liegt im Brennpunkte des zweyten Augenglaſes K, und wird durch daſſelbe vom Auge O betrachtet. Es erſcheint, wie alles, was im Brennpunkte eines Converglaſes liegt, dem Presbyten deutlich, und wegen ſeiner Lage ſieht man den Gegenſtand AB **umgekehrt**. **Vergrößert** wird der Gegenſtand zuerſt im Verhältniße 8 Zoll : CA, dann beym Bilde $\alpha\beta$ im Verhältniße $C\alpha : G\alpha$, endlich beym Bilde ab im Verhältniße $Ga : Ka$, alſo zuſammen im Verhältniße $8''.\,C\alpha\,.\,Ga : CA\,.\,G\alpha\,.\,Ka$.

Euler (Dioptr. To. III. p. 178.) giebt zu einem ſolchen Mikroſkop folgende Maaße an

Brennweite CF	$= \frac{1}{2}$ Zoll	Entfernung GC	$= \frac{x}{32}$ Zoll
Brennweite von G	$= 1$ —	Entf. der Sache	
Oefnung - -	$= \frac{1}{2}$ —	von F, oder FA	$= \frac{8}{x}$ —
Brennweite von K	$= \frac{1}{3}$ —	Vergrößerung	$= x$ mal
Oefnung - -	$= \frac{1}{6}$ —	Tangente des Halbmeſſers v. Geſichtsf.	$= \frac{1}{2x}$
Entfernung GK	$= \frac{1}{2}$ —		

Entf. des Auges OK = $\frac{1}{8}$ Zoll. Wahrer Durchmeſſer des überſehen. Raums oder 2 AB = $\frac{8}{x}$ Zoll.

Die rechter Hand ſtehenden Angaben ſind unbeſtimmt, weil ſie ſich ändern, je nachdem man die Gläſer ſtellt. Soll das Mikroſkop z. B. 320mal vergrößern, ſo muß man G und C 10 Zoll weit von einander entfernen, und den Gegenſtand $\frac{1}{40}$ Zoll von F abrücken; der Durchmeſſer des Raums, den man überſieht, iſt auch $\frac{1}{40}$ Zoll. Begnügt man ſich mit 160facher Vergrößerung, ſo wird GC nur 5 Zoll, AF und der Durchmeſſer des Geſichtsfelds an der Sache werden $\frac{1}{20}$ Zoll, u. ſ. f.

Um die Stellung der Gläſer bequem ändern zu können, werden K und G, die immer einerley Lage gegen einander und gegen das Auge behalten, in eine Röhre zuſammen befeſtiget, welche einige praktiſche Optiker den **Tubus des Mikroſkops**, und G das **Collectivglas** dieſes Tubus nennen. Die **Linſe** C befindet ſich alsdann am Ende einer andern Röhre, in welcher ſich jener Tubus verſchieben läßt. Die Künſtler richten das Inſtrument ſo ein, daß ſich bey C mehrere Linſen von verſchiedenen Brennweiten einſchrauben oder einlegen laſſen, die ſie mit Num. 1, 2, 3, 4, 5 bezeichnen, damit man nach Gefallen ſchwächere oder ſtärkere Vergrößerungen wählen könne. Für alle dieſe Linſen dient einerley Tubus.

De la Fond (Dictionn. de phyſ.) beſchreibt unter dem Namen des gewöhnlichen, ein Cuffiſches Mikroſkop, deſſen Augenglas K 15 Lin., das Collectivglas G 30 Lin. Brennweite hat. Der Abſtand beyder Gläſer KG iſt auch 30 Lin., der Abſtand der Linſe oder GC aber 60 Lin. Bey C kan man mehrere Linſen einſetzen, die von $\frac{1}{2}$ Lin. bis 6 Lin. Brennweite haben.

Aus dieſen Angaben folgt Ga = 30 − 15 = 15 Lin.; $G\alpha = \frac{30.\ 15}{30-15} = 30$ Lin.; $C\alpha = 30 + 60 = 90$ Lin. Acht Zoll ſind 96 Lin. Alſo iſt (welche Linſe man auch bey C

brauchen mag) die Vergrößerung im Verhältniße 96. 90. 15 zu CA. 30. 15, d. i. 288 : CA. Die Größe von CA aber kömmt auf die Brennweite der gebrauchten Linſe an. Nemlich CA iſt = $\frac{C\alpha.\ f}{C\alpha - f}$ oder hier = $\frac{90\ f}{90 - f}$. Wählt man die Linſe von 6 Lin., ſo wird es $\frac{90.\ 6}{84} = 6\frac{3}{7}$; bey der Linſe von 5 Lin. wird es $\frac{90.\ 5}{85}$ $5\frac{5}{17}$ Lin. ſeyn, u. ſ. w. Bey Berechnung der Vergrößerung ſetzt man insgemein CA der Brennweite der Linſe gleich, weil der hieraus entſtehende Fehler nicht groß iſt, und ſo vergrößert in dieſem Beyſpiele die Linſe von 6 Lin. im Verhältniße 288 : 6 oder 48mal (eigentlich 288 : $6\frac{3}{7}$ oder $44\frac{4}{5}$mal); die von 5 Lin. 288 : 5 oder $57\frac{3}{5}$ (eigentlich nur $54\frac{2}{5}$) mal; die von $\frac{1}{2}$ Lin. 576 (richtiger $572\frac{4}{5}$) mal. Nach dieſem Beyſpiele laſſen ſich auch Vergrößerungen und Stellungen anderer Mikroſkope aus den gegebnen Brennweiten und Abſtänden der Gläſer finden: allgemeine Formeln dafür aus den Schriften von der analytiſchen Dioptrik anzuführen, würde hier zu weitläuftig ſeyn.

Der Univerſitätsoptikus in Leipzig, Herr **Hofmann**, der ſich durch Verfertigung guter Vergrößerungsgläſer verdienten Ruhm erworben hat, legt denſelben zween Tubos bey, die er mit den Buchſtaben A und B bezeichnet, wovon B, der kürzere, zu den ſtärkern Vergrößerungen dient. Im Tubus A giebt **D. Peliſſon** (Vergleichung der bekannteſten Vergrößerungsgl. in den Beſchäftig. der berl. Geſellſch. naturforſch. Freunde. B. I. S. 343.) die Brennweiten der Gläſer in rheinländiſchem Maaße 16 Lin. und 24 Lin., ihre Entfernung 40 Lin. die Diſtanz der Linſe 35 Lin. an. In dieſem Tubus ſtehen die Gläſer (weil 16 + 24 = 40) ſo, daß ihre Brennpunkte zuſammenfallen, wie im aſtronomiſchen Fernrohre. Er erfordert alſo Parallelſtralen, um deutlich zu ſehen, und ſo muß der Gegenſtand in F, dem Brennpunkte der Linſe, ſelbſt liegen. $C\alpha$ und $G\alpha$ werden unendlich groß und gleich, und die Vergrößerung iſt

96. 24 : CF. 16 = 144 : CF. Im Tubus B ſind die Brennweiten 12 Lin. und 28 Lin., der Abſtand der Gläſer 24 Lin., der Abſtand der Linſe vom letzten Glaſe 54 Lin. Daraus findet ſich Ga = 12 Lin.; $G\alpha = \frac{28.\ 12}{28-12} = 21$ Lin.; $C\alpha = 21 + 54 = 75$ Lin.; und die Vergrößerung 96. 75. 12 : CA. 21. 12 = 343 : CA. Eine Linſe von 9 Lin. Brennweite ſollte alſo mit dem Tubus A, 144 : 9 oder 16 mal, mit B, 343 : 9 oder 38 mal (richtiger 343 : 10, 2 oder 34 mal) vergrößern.

Um die Vergrößerung der Sache und des Geſichtsfeldes ohne Nachtheil der Deutlichkeit und Helligkeit höher zu treiben, hat man auch **Mikroſkope mit 4 und 5 Gläſern** verfertiget. Die Theorie derſelben handlet **Euler** (Mém. de l'acad. de Pruſſe. 1757. p. 283. 1761. p. 191. u. 201. auch in ſeiner Dioptrik) im Allgemeinen ab. **Peliſſon** (a. a. O.) theilt die Abmeſſungen eines engliſchen vom ältern **Adams** verfertigten Werkzeugs mit, wo fünf Gläſer zuſammengeſetzt ſind, und die beyden oberſten Ocularlinſen die Stelle einer einzigen vertreten. Ein holländiſcher in Paris wohnender Künſtler, Namens **Dellebare**, übergab der Akademie der Wiſſenſchaften im Jahre 1777 eine Beſchreibung ſeiner Mikroſkope mit fünf Gläſern, die ſich in verſchiedene Entfernungen von einander mit verwechſelten Stellungen bringen laſſen. Sie erhielten den Beyfall der Akademie, und ſind in **Briſſons** und **de la Fond's** Wörterbüchern mit großem Ruhm umſtändlich beſchrieben. **Peliſſon** hingegen fand an einem Dellebariſchen mit vier Gläſern verſehenen Mikroſkop, das faſt im Marktſchreyerton angeprieſen und ſehr theuer gekauft war, nichts vorzügliches, als das große Geſichtsfeld, das es von den beyden nahe zuſammengebrachten Ocularen erhält. Auſſerdem erklärt er es für eines der ſchlechteſten Werkzeuge.

Folgende aus **Eulers** Berechnungen entlehnte Regeln theilt Herr **Klügel** (Umſtändl. Anweiſung, Fernröhre in größter Vollkommenheit zu verf. von **Nic. Fuß**. Leipz. 1778. gr. 4. S. 56.) mit.

Für das Mikroſkop von drey Gläſern.

(Taf. XVII. Fig. 47.)

1. Die Brennweite des Collectivglaſes G muß 3mal ſo groß ſeyn, als die des Oculars K.

2. Der Abſtand GC hängt von der Vergrößerung ab. Iſt CA = $\frac{1}{2}$ Zoll, ſo iſt GC etwas kleiner, als CF mit der Vergrößerungszahl multiplicirt, und mit 32 dividirt.

3. Der Abſtand KG richtet ſich nach der Güte des Auges. Für Presbyten iſt er = 2 Ka.

4. Der Abſtand des Auges OK iſt etwas größer, als $\frac{1}{2}$ Ka.

5. Das Objectiv wird beynahe planconvex, mit der flachen Seite dem Gegenſtande zugekehrt. Die beyden andern Gläſer werden gleichſeitig, und ihre Oefnung etwa der halben Brennweite gleich.

6. CA iſt ſehr wenig größer, als CF.

Für das Mikroſkop mit vier Gläſern.

1. Die Brennweiten der drey Oculare, vom Objective an gerechnet, verhalten ſich, wie 18, 10, 5.

2. Der Abſtand des Objectivs vom erſten Ocular iſt etwas kleiner, als die Brennweite des erſten Oculars mit der Vergrößerung multiplicirt, und durch 48 dividirt, die Entfernung des Objects zu $\frac{1}{2}$ Zoll angenommen.

3. Der Abſtand der beyden erſten Oculare iſt $\frac{4}{9}$ der Brennweite des erſten, und der Abſtand des zweyten und dritten der halben Brennweite des letztern gleich. Die beyden letztern Oculare behalten dieſe Entfernung, ſind aber für ſich beweglich.

4. Der Abſtand des Auges iſt $\frac{1}{3}$ der Brennweite des letzten Oculars.

Die Helligkeit wächſt mit der Oefnung der Objectivlinſe und nimmt ab, wenn die Vergrößerung wächſt. Die Deutlichkeit hingegen nimmt bey erweiterter Oefnung der Objectivlinſe beträchtlich ab, ſo daß die Schwierigkeit, das Helle und Deutliche zugleich mit ſtarken Vergrößerungen

zu vereinigen, bey den Mikroſkopen ungleich ſtärker wird, als bey den Fernröhren.

Euler hat daher vorgeſchlagen, auch zu Mikroſkopen achromatiſche Objectivlinſen aus mehreren Glasarten zu gebrauchen. Die Beſchreibung einer ſolchen Linſe von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite findet man in der erſt angeführten Schrift des Herrn Fuß (S. 52 u. f.), wobey aber Herr Klügel erinnert, es ſey kein Künſtler im Stande, ſo dünne Gläſer zu ſchleifen, als zur Zuſammenſetzung dieſer Objectivlinſe erfordert werden. Denn die Dicke der beyden Convexgläſer müſte nicht über $\frac{2}{100}$, und die des Hohlglaſes nicht über $\frac{1}{100}$ Zoll gehen. Es ſcheint demnach unmöglich, den Vorſchlag in dieſer Maaße auszuführen.

Aepinus in Petersburg (Deſcription des nouveaux microſcopes inventés par Mr. *Aepinus* à St. Petersb. 1784. 8maj.) verſuchte größere achromatiſche Gläſer, wie man ſie zu kleinen Fernröhren braucht, etwa von 7 Zoll Brennweite, zu Objectivlinſen zuſammengeſetzter Vergrößerungsgläſer anzuwenden. Freylich geben Objectivgläſer von ſo groſſen Brennweiten ungemein lange Mikroſkope; ſie verſtatten aber dafür auch, den Gegenſtand weit vom Objectivglaſe zu entfernen, welches für die Erleuchtung deſſelben kein geringer Vortheil iſt. Auch ſind die erwähnten Verſuche ſehr glücklich ausgefallen. Im Grunde iſt ein ſolches Inſtrument des Herrn Aepinus nichts anders, als ein weiter auseinander gezogenes Fernrohr, dergleichen ſchon das drebbelſche Mikroſkop von 6 Fuß Länge war. Adams (Eſſay on the microſcope p. 23.) will es lieber ein **mikroſkopiſches Fernrohr** nennen, und für keine neue Erfindung gelten laſſen, weil es längſt bekannt ſey, daß weit ausgezogne Fernröhre nahe Gegenſtände deutlich vergrößern, und Martin (Deſcription and uſe of a polydynamic microſcope) hiezu ſchon lange vor Aepinus kleine achromatiſche Perſpective vorgeſchlagen habe.

Der äuſſere Bau der zuſammengeſetzten Mikroſkope hat theils die Stellung des Inſtruments gegen das Object, theils die bequeme Behandlung und Erleuchtung des letztern zum Zwecke. Da die geringſte Verrückung des Gegen-

ſtands eine andere Stellung der Gläſer erfordert, ſo muß man den gehörigen Punkt ganz genau treffen, und alſo die feinſten Veränderungen mit der Stelle des Gegenſtands vornehmen können. Dies läſt ſich am beſten durch Schrauben, oder durch Getriebe mit bezahnten Stangen erhalten. Ich kan hier nur einige ſolche Einrichtungen als Beyſpiele anführen, da faſt jeder Künſtler andere Mittel erwählt.

Die ältern Einrichtungen der engliſchen Mikroſkope findet man beym **Wolf** (Dioptr. Probl. 43. §. 434.) Die **Marſhalliſche** iſt darunter die erſte, bey welcher zur Stellung ein viereckigter Stab angebracht iſt, an dem ſich das Mikroſkop vermittelſt einer Schraube auf und ab bewegen läſt. Nach **Culpepers** Verbeſſerung ward das Inſtrument auf drey Füße geſtellt, und der Gegenſtand durch einen Hohlſpiegel von unten auf erleuchtet. So beſchreibt es **Baker** (The uſe of the Microſcope made eaſy. Lond. 1743. 8. Das zum Gebrauch leicht gemachte Microſcopium aus d. engl. v. J. L. St. (Steiner) Zürich, 1753. 8.) Baker fand es aber hernach ſelbſt unbequem, und veranlaßte Herrn **Cuff**, die Marſhalliſche Stange mit der Schraube wieder anzubringen, ob er gleich die Erleuchtung von unten durch den Hohlſpiegel beybehielt. Hieraus entſtand das ſo gewöhnliche **Cuffiſche Mikroſkop**, welches **Baker** ſelbſt (Employment for the Microſcope. Lond. 1752. 8. Beyträge zum Gebrauch und Verbeſſ. des Mikroſkops a. d. Augsb. 1754. 8.), **Nollet**, **Briſſon**, **de la Fond**, **Adams** (Eſſay on the microſc. p. 80.) und viele andere beſchreiben.

Dieſes **Cuffiſche Mikroſkop** zeigt Taf. XVII. Fig. 48. Die Röhre A iſt in die meſſingne Platte B eingeſchraubt, welche an der Stange EF feſt iſt. Dieſe Stange läſt ſich an einer zweyten Stange C verſchieben. Beyde Stangen reichen bis in die am Fußgeſtell feſte Hülſe OP. An der Stange C iſt die Platte G feſt. Dieſe iſt in der Mitte durchlöchert, um durchſichtige Objecte in einer gläſernen Schale, einem Schieber, oder ſonſt einer durchſichtigen Unterlage aufzunehmen. Dieſe Objecte werden von unten her durch den Hohlſpiegel M erleuchtet. T iſt ein Convex-

glas, um undurchſichtige Gegenſtände von oben her zu erleuchten, V eine Nadel, Inſekten u. dgl. anzuſtecken. Die Stellung kan man dem Inſtrumente durch eine doppelte Bewegung geben. Um es ſtark zu verrücken, öfnet man die Druckſchraube e, welche die Hülſe I an die Stangen andrückt, ſo kan man die Stange E F mit der Platte B und dem Mikroſkope nach Gefallen auf oder abſchieben. Will man ihm aber nur eine feine Bewegung geben, ſo ſchraubt man e feſt, und dreht die Stellſchraube K, wodurch das Mikroſkop ſo langſam auf oder ab bewegt wird, daß es ganz leicht iſt, den Punkt zu finden, wo das Bild die gröſte Deutlichkeit bekömmt. Brander (Beſchreibung zweyer zuſammengeſetzten Mikroſkope. Augsb. 1769. 8.) hat noch einige Verbeſſerungen an dieſer Einrichtung angebracht. Der verſtorbene Mechanikus Reinthaler in Leipzig gab der Röhre mit den Gläſern die Bewegung auf eine vortrefliche Art vermittelſt eines kleinen Rades, welches mit ſeinen Zähnen ſehr gleichförmig und ſanft in die Zähne der Stange eingreift. Das ganze Werkzeug befeſtigte er an ein Käſtchen, worein es mit allem Zubehör konnte zurückgebogen werden, welches den Gebrauch auf Reiſen erleichtert. Dieſer Mechaniſmus, welchen Herr Tiedemann in Stuttgard beybehalten hat, ſcheint mir unter allen der vorzüglichſte zu ſeyn. Man kan auch, ſtatt des Mikroſkops, die untere Platte mit dem Objecte beweglich machen, wobey aber auch die Anſtalten zur Erleuchtung immer bewegt werden müſſen.

Mehrere Einrichtungen findet man in den Werken des Joblot (Deſcription et uſage de pluſieurs nouveaux microſcopes avec des nouvelles obſerv. Paris, 1718. 4.) des ältern Adams (Micrographia illuſtrata, or Knowledge of the microſcope explained. London, 1. ed. 1747., 4th ed. 1771. 4.) und des jüngern Adams (Eſſay on the microſcope, Lond. 1787. 4maj.). Der letztere beſchreibt unter andern ein Lampenmikroſkop von ſeines Vaters Erfindung, bey welchem der Sohn ſtatt einer gewöhnlichen die jetzt ſo berühmte Argandiſche Lampe (ſ. Lampen) angebracht hat.

Vergleichungen mehrerer zuſammengeſetzten Mikroſkope von verſchiedenen neuern Künſtlern haben **Peliſſon** und neuerlich **Beſeke** (Beob. und Entd. aus d. Naturk. von der berl. Geſ. naturf. Freunde, II B. 1788. S. 117 u. f.) angeſtellt. Der erſtere (im J. 1775.) lobt vorzüglich die Hofmanniſchen Gläſer und den reinthaleriſchen Mechaniſmus: der letztere zieht das Mikroſkop des Herrn Tiedemann allen übrigen vor. Es ſchien ihm ſowohl in Abſicht der Gläſer und innern Güte, als auch in der feinen Arbeit, dem Mechaniſmus und der Vollſtändigkeit des Apparats, ſelbſt die engliſchen von **Dollond** zu übertreffen. Herr Tiedemann hat ſeine Werkzeuge in einer gedruckten Nachricht (Stuttgard, 1785. 8.) beſchrieben.

Spiegelmikroſkope.

Als man die Metallſpiegel ſo glücklich zu Vermeidung der Abweichungen in Fernröhren angewandt hatte, ſuchte man ſie auch zur Verbeſſerung der Mikroſkope zu gebrauchen. D. **Robert Barker** ſchlug hiezu in den philoſophiſchen Transactionen einen Hohlſpiegel vor, mit einem Augenglaſe, gegen welches die hohle Fläche des Spiegels gekehrt iſt. Das Object ſteht vor dem Spiegel in einer ſolchen Entfernung, daß ſein vergrößertes Bild in den Brennpunkt des Augenglaſes fällt. Es dient aber dieſes Inſtrument nur zu kleinen und durchſichtigen Gegenſtänden; große und dunkle würden alles Licht auffangen, weil hier das Object ſelbſt zwiſchen Spiegel und Glaſe ſteht, und alſo das Licht abhält.

Eine beſſere Einrichtung welche Taf. XVII. Fig. 49. abgebildet iſt, giebt **Smith** (Lehrbegrif der Optik, a. d. engl. durch **Käſtner**, S. 448 u. f.) an. Sie hat einen großen Hohlſpiegel ABCD, und einen kleinen Convexſpiegel abcd, beyde nach einerley Krümmung geſchliffen, und beyde in der Mitte durchbohrt. Bey jedem beträgt die Brennweite einen Zoll, und ſie ſtehen $1\frac{1}{2}$ Zoll von einander. Das Object OPQ wird ein wenig unter den kleinen Spiegel geſtellt, ſo daß es zwiſchen Brennpunkt und Mittelpunkt des

großen liegt. Unter dieſen Umſtänden würde der Hohlſpiegel ein Bild der Sache in qpo machen, wenn nicht die dazu gehörigen Stralen vom Convexſpiegel aufgefangen und zurückgeworfen würden. Sie gehen alſo wieder durch das Loch des Hohlſpiegels durch, und weil ihre Convergenz durch den Convexſpiegel vermindert iſt, machen ſie erſt in einer ziemlichen Entfernung ein ſehr vergrößertes Bild QPO, das im Brennpunkte des Augenglaſes G ſteht, und durch daſſelbe betrachtet wird. **D. Smith** fand dieſes Mikroſkop ſehr gut, obgleich die Spiegel nicht zum beſten ausgearbeitet waren. Es ſind aber dieſe reflectirenden Mikroſkope überhaupt nicht in Gebrauch gekommen.

Gewiſſe Einrichtungen der Vergrößerungsgläſer ſind zu beſondern Abſichten beſtimmt. Dahin gehören **Ellis** Aquatic-Microſcope (Eſſay towards a natural hiſtory of Corallines. Lond. 1755. 4.), **Lyonnet's** anatomiſches (Traité de la chenille, qui ronge le bois de ſaule. à la Haye, 1762. 4.), **Withering's** botaniſches Mikroſkop. Die gemeinen botaniſchen Vergrößerer oder **Suchgläſer** beſtehen aus 2 — 3 gewöhnlichen Loupen, die man einzeln, oder zwo zuſammen ſtatt einer einzigen, nach Gefallen brauchen kan. **Adams** (Eſſay on the microſcope), der alle dieſe Werkzeuge beſchreibt, ſchlägt zum Gebrauch für Botaniſten ein kleines Fernrohr vor, das weiter ausgezogen alle Dienſte eines Mikroſkops thut, und die Bequemlichkeit verſchaft, Pflanzen auf dem Felde in einiger Ferne, und ohne Gefahr einer Beſchädigung des Auges, zu betrachten. Hieher gehört auch **Lieberkühns** bekannte Vorrichtung, den Kreislauf des Bluts u. dgl. in Fröſchen durch ein einfaches Mikroſkop zu beobachten (Mém. de l'Acad. de Pruſſe ann. 1745. To. I. p. 14).

Durch die Mikroſkope hat man, beſonders im Thier- und Pflanzenreiche, unzählbare ganz unerwartete Entdeckungen gemacht, deren Erzählung zur Naturgeſchichte, und nicht hieher, gehört. Die erſten mikroſkopiſchen Beobachtungen dieſer Art ſind von **Stelluti** (im J. 1625.), und betreffen die Theile der Biene. Viel weiter giengen ſchon **Power** (1664) und **D. Hook** (1665.). Ganze Schätze mi-

kroſkopiſcher Entdeckungen aber findet man beym **Leeuwenhoeck** (Arcana naturae detecta, Delphis, 1695. 4. nebſt fünf Fortſetzungen von 1696 – 1719. Opera omnia, Lugd. Bat. 1722. 4.), **Nehemiah Grew** (Anatomy of plants. London, 1682. fol.), **Wolf** (Nützliche Verſuche, Th. III. Cap. 6. Von dem, was die Vergrößerungsgläſer zeigen), **Needham** (New Microſcopical Diſcoveries, Lond. 1745. 8. franz. überſ. Paris. 1750. 8.), **Ledermüller** (Mikroſkopiſche Gemüths- und Augenergötzung. Nürnb. 1760. gr. 4. Anhang, 1762. gr. 4.) **Gleichen**, genannt **Rußwurm** (Neuſtes aus dem Reiche der Pflanzen, oder mikroſkopiſche Unterſ. Nürnb. 1764. gr. Fol., ingleich. Auserleſene mikroſkopiſche Entd. bey Pflanzen, Blumen ꝛc. Nürnb. 1777 -- 1780. gr. 4.), **Hill** (The conſtruction of timber. London, 1770. 8.), **Hedwig** (Theoria generationis et fructificationis plantarum cryptogamicarum, Petrop. 1784. 4maj.), **O. F. Müller** (Animalcula infuſoria fluviatilia et marina. Havn. 1786. 4.), ingleichen in den ſchon angeführten Schriften von **Joblot**, **Baker** und **Adams**.

Von den Mikrometern, die man bey den Vergrößerungsgläſern anbringt, ſ. das Wort: **Mikrometer**.

Montucla hiſt. des mathematiques. To. II. P. IV. L. 3.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 62. u. f. 164 u. f. 527.

Smith vollſtändiger Lehrbegrif der Optik, durch **Käſtner** an mehrern Stellen.

Wolf Elem. Dioptricae in Elem. Math. vniu. Halae. 1715. 4. To. II.

Briſſon Dict. raiſonné de Phyſ. art: *Microſcope.*

Eſſay on the microſcope, by. *G. Adams.* London, 1787. 4maj.

Milchſtraße, Via lactea, Galaxia, *Voie-lactée, Voie de lait.* Ein lichter Streif oder Gürtel, welcher ſich faſt in der Lage eines größten Kreiſes rings um den ganzen Himmel erſtreckt, an einigen Stellen breiter als an andern, an einigen einfach, an andern in mehrere Streifen

zertheilt iſt. Die Sternbilder, welche dieſer Streif durchſchneidet, ſind: Caſſiopea, Perſeus, ein Theil des Fuhrmanns, der Arm und die Keule des Orions, die Füße der Zwillinge, das Einhorn, das Schif, der Centaur, das Kreuz, das ſüdliche Dreyeck, der Altar, Schwanz des Scorpions, Bogen des Schützens, der öſtliche Theil des Schlangenmanns, das Sobieskiſche Schild, der Schwanz der Schlange, der Adler, Pfeil, Fuchs mit der Gans, Schwan, Kopf des Cepheus bis wieder zur Caſſiopea. Vom Orion bis zum Schif iſt die Milchſtraße am hellſten: vom Scorpion bis zum Schwan erſcheint ſie ſehr breit und in mehrere nicht ſo helle Streifen zertheilt.

Nach Plutarchs Zeugniße hat ſchon **Demokrit** den Schein der Milchſtraße von dem vereinten Schimmer einer großen Menge Fixſterne hergeleitet, die zu klein wären, um einzeln geſehen zu werden. Auch **Manilius** (Aſtronomicon L. I.) führt dieſe Meinung unter andern Muthmaßungen an:

An maior denſa ſtellarum turba corona
Contexit flammas, et craſſo lumine candet
Et fulgore nitet collato clarior orbis?

Nach Erfindung der Fernröhre ward dies von **Galilei** beſtätigt, der viele Stellen der Milchſtraße ſogleich für Anhäufungen unzählbarer Sterne erkannte. Und obgleich noch die meiſten Stellen dieſes hellen Kreiſes, ſelbſt durch die beſten Fernröhre, ein bloßer Lichtſchimmer bleiben, ſo iſt es doch als entſchieden anzuſehen, daß das ganze Phänomen der Milchſtraße von einer zahlloſen Menge einzelner Sterne herrühre, die von unſerm Standorte aus betrachtet, nach der Gegend dieſes Kreiſes zu, in unermeßlichen Abſtänden und Reihen hinter und neben einander liegen.

Daß wir in den übrigen Gegenden des Himmels bey weitem nicht ſo viele Sterne ſehen, das kan wohl nicht vom Zufalle herrühren; es ſcheint vielmehr eine eigne Anordnung in den Stellen der Fixſterne anzuzeigen. Gerade Linien, aus der Erde (oder überhaupt aus der Stelle un-

ſers Sonnenſyſtems) nach den Punkten der Milchſtraße gezogen, müſſen mehr Firſterne treffen, als Linien nach andern Gegenden des Himmels. Da nun die Milchſtraße nicht genau einen größten Kreis bildet, ſo fallen die aus dem Auge in ihre Punkte gezognen Linien nicht ganz in einerley Ebne, ſondern ſie bilden mit einander die Oberfläche eines ſtumpfwinklichten Kegels SAB, Taf. XVII. Fig. 50., in deſſen Spitze S das Auge ſteht, und deſſen Grundfläche der Kreis vom Durchmeſſer ACB, oder der Kreis der Milchſtraße iſt. Der Schöpfer ſcheint alſo die Firſterne in einen Raum geordnet zu haben, der nach SE und SD zu enger begrenzt iſt, nach SA und SB hingegen ſich ringsum am meiſten ausbreitet, d. i. in einen Raum, der eine abgeplattete linſenförmige Figur hat. Unſer Sonnenſyſtem, oder der Standpunkt S liegt nicht ganz in der Mitte dieſes Raums, ſondern näher an B, als an A, d. i. näher an dem Theile, wo wir den Adler ſehen, weil daſelbſt die Milchſtraße viel breiter und die Sterne zerſtreuter erſcheinen, als in der gegenüberſtehenden Gegend A beym Orion. Hiedurch erhalten alle Firſterne eine gemeinſchaftliche Beziehung auf die Ebne der Milchſtraße ACB, und auf deren Mitte C, welche vielleicht mit einer großen Sonne beſetzt iſt, um welche ſich die übrigen nach gewiſſen Geſetzen bewegen. Vielleicht iſt der Sirius dieſe Centralſonne des Firſternſyſtems; wenigſtens ſehen wir ihn in der Linie SCF nach der Gegend zu, nach welcher uns, den Vorausſetzungen gemäß, die Mitte des Raumes AEBD erſcheinen müßte.

Dieſe erhabnen Muthmaßungen über die Ordnung der Firſternwelt, hat Lambert (Koſmologiſche Briefe über die Einrichtung des Weltbaus, Augsburg, 1761. 8.) zuerſt gewagt, und ſie ſcheinen durch neuere Beobachtungen immer mehr beſtätiget zu werden, ſ. Weltgebäude.

Bode Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Dritte Aufl. Berl. 1777. gr. 8. S. 656, u. f.

Mineralien, Foſſilien, Körper des Mineral- oder Steinreichs, Corpora mineralia ſ. regni mineralis, Foſſilia, *Mineraux.* Diejenigen unbelebten und unorganiſirten natürlichen Körper, die blos dadurch entſtehen, daß einfache feſte Theile durch Anſatz von auſſen zuſammengehäuft, und mit einander verbunden werden (aggregata per iuxta-poſitionem).

Die meiſten Mineralien ſind weit älter, als die Revolutionen des Erdballs, von denen wir Spuren finden, ſ. **Erdkugel,** und vielleicht ſo alt, als die Erde ſelbſt, von der ſie den eigentlichen Stof ausmachen. Dennoch geſchehen immerfort und noch jetzt im Mineralreiche Veränderungen und neue Erzeugungen, nicht allein durch gewaltſame Revolutionen des Waſſers und der Vulkane, ſondern auch durch allmählige Verweſung der organiſirten Körper und durch Verwitterung der Mineralien ſelbſt. Daß ſogar noch immer neue Metalle und Erze erzeugt werden, zeigt Herr **von Trebra** (Erfahrungen vom Innern der Gebirge. p. 53. ſq.). Er fand alte hölzerne Stempel, die etwa 200 Jahr in einem marienberger Schachte gelegen hatten, mit gediegnem Silber und Glaserz angeflogen.

Die Mineralien laſſen ſich füglich unter die vier Claſſen der **Erden, Salze, brennbaren Materiale** und **Metalle** bringen, von welchen in dieſem Wörterbuche unter eignen Artikeln gehandlet wird. Die **Steine,** aus welchen die ältern Mineralogen eine eigne Claſſe machten, ſind nichts, als verhärtete Erden, deren Theile durch einen ſtärkern Grad der Cohäſion verbunden ſind. Als einen Anhang zu den Mineralien betrachtet man die **Verſteinerungen** (Petrefacta), von welchen ebenfalls unter dem beſondern Artikel **Petrefacten** gehandelt wird.

Die Mineralien ſind erſt nach **Linné** von **Wallerius** (Mineralogia. Stockh. 1747. 8. Syſtema mineralogicum. Holm. 1772. II. Vol. 8. teutſch von **Leske** und **Hebenſtreit,** Berlin, 1781. II B. 8.) und **Cronſtedt**

(Förſök til Mineralogie, Stockh. 1758. 8. deutſch v. A. G. Werner, Leipz. ſeit 1780. 8.) in bequemere und vollſtändigere Syſteme geordnet worden, wobey gröſtentheils die Beſchreibungen nach den äuſſern Kennzeichen gemacht werden, zu deren richtiger und feſter Beſtimmung Herrn Werners vortrefliches Werk (Von den äuſſern Kennzeichen der Foſſilien, Leipz. 1774. 8.) ſo viel beygetragen hat. Torbern Bergmann aber (Sciagraphia regni mineralis. Lipſ. 1782. 8.) hat die Eintheilung und Ordnung der Foſſilien mehr nach den chymiſchen Beſtandtheilen einzurichten vorgeſchlagen. Seinen Entwurf hat Kirwan (Elements of mineralogy. Lond. 1784. 8. deutſch mit Anm. v. Crell Berlin, 1785. 8.) ſehr glücklich ausgeführt, ob er gleich in Verwerfung der äuſſern Kennzeichen allzuweit zu gehen ſcheint. Eine bequeme Ueberſicht dieſes Mineralſyſtems geben Cavallo's Tabellen (Two mineralogical tables. London. 1786. fol. deutſch von J. R. Forſter, Halle, 1786. Fol.), auch iſt demſelben Herr Hofr. Blumenbach (Handbuch der Naturgeſchichte, Dritte Ausg. Göttingen, 1788. 8.) in den die Mineralien betreffenden Abſchnitten gefolgt.

Mineralwaſſer, ſ. Geſundbrunnen.

Miſchung, Gemiſch. Die Bedeutung dieſes Worts ſ. im Art. Aggregat.

Mittag, Mittagsgegend, Meridies, Auſter, Plaga meridionalis ſ. auſtralis, *Midi*, *Sud*. Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, in welcher Sonne und Geſtirne aus unſern Ländern betrachtet, ihren höchſten Stand am Himmel erreichen.

Mittag, Mittagszeit, Meridies, *Midi*. Derjenige Zeitpunkt des Tages, an welchem der Mittelpunkt der Sonne ſeinen höchſten Stand hat, oder culminiret, d. i. durch den Mittagskreis geht, ſ. Culmination, bey welchem Worte auch von den Mitteln, den Augenblick des Mittags durch Beobachtung zu finden, etwas geſagt worden iſt.

Die Aſtronomen fangen den Tag von dem Augenblicke des Mittags an, und zählen die Stunden von da aus bis zur 24ſten, deren Ende auf den Mittag des folgenden Tages fällt. Nach der bürgerlichen Zeitrechnung, welche den Tag von Mitternacht anfängt, fällt der Mittag auf das Ende der zwölften Stunde: daher die zwölf erſten Stunden **Vormittagsſtunden**, die zwölf letzten, welche man wieder von neuem zählt, **Nachmittagsſtunden** heiſſen. Der Mittag ſelbſt fällt in die Mitte des Tages, oder der Zeit, welche die Sonne über dem Horizonte zubringt, und hat davon auch den Namen.

Die aſtronomiſche ſowohl, als die bürgerliche Zeitrechnung, richtet ſich nach dem **wahren Mittage**, den die Sonnenuhren, Gnomons und andere Beobachtungsmittel angeben. Von dieſem unterſcheidet man den **mittlern Mittag**, oder den Augenblick, in welchem es Mittag ſeyn würde, wenn die gerade Aufſteigung der Sonne ſich völlig gleichförmig änderte, oder wenn jeder Tag von 24 Stunden eben ſo lang, als der andere, wäre. Der wahre Mittag erfolgt bald früher, bald ſpäter, als der mittlere, und die Zeitgleichung giebt an, um wieviel beyde für jeden Tag im Jahre aus einander ſind, ſ. **Gleichung der Zeit.**

Mittagsfläche, Planum meridiani, *Plan du méridien.* Eine Ebne durch die Weltaxe und den Scheitelpunkt. Da ſich die Himmelskugel täglich um die Weltaxe zu drehen ſcheint, ſo kömmt hiebey, den Sätzen der Sphärik gemäß, jeder ihrer Punkte dem Scheitel am nächſten, oder culminirt, wenn er ſich in der gedachten Ebne befindet. Daher muß dieſe Ebne durch die Mittagsgegend gehen, ſ. **Mittag**. Sie heißt davon die Mittagsfläche, und ihr Durchſchnitt mit dem Horizonte beſtimmt daſelbſt den Mittagspunkt.

Taf. VIII. Fig. 2. ſtellt einen Durchſchnitt der Himmelskugel vor, wobey die Fläche des Papiers ſelbſt die Mittagsfläche iſt. In dieſer Fläche nehmlich liegen die Weltaxe PS, der Scheitelpunkt Z und das Nadir N, mithin auch die ganze Scheitellinie ZN.

Die Ebnen des Horizonts HR und des Aequators AQ ſtehen auf ihr ſenkrecht.

Wenn der Mittelpunkt der Sonne culminirt, d. i. im Augenblicke des wahren Mittags, liegen die Schatten lothrechter Stäbe auch in der Mittagsfläche, in welcher ſich alsdann ſowohl die Sonne, als die Scheitellinie, d. i. die Richtung eines jeden ſolchen Stabes, befindet.

Mittagskreis, Mittagscirkel, Meridian, Meridianus, *Méridien*, heißt am Himmel derjenige größte Kreis der Sphäre, welcher durch beyde Weltpole und den Scheitelpunkt geht, oder der Durchſchnitt der Mittagsfläche mit der ſcheinbaren Himmelskugel. Taf. VIII. Fig. 2. iſt es der Kreis ZPRNHAZ, der die Figur begrenzt. In dieſem Kreiſe erreichen die Geſtirne bey der täglichen Umdrehung des Himmels ihren höchſten Stand über dem Horizonte, und wenn der Mittelpunkt der Sonne in ihm ſteht, iſt es **Mittag.**

Der Mittagskreis theilt die ganze Fläche der Himmelskugel in zwo gleiche Helften, die **öſtliche** und **weſtliche Halbkugel** (Hemiſphaerium orientale et occidentale). Dem gegen Mittag, oder vom ſichtbaren Weltpole hinweg, gekehrten Zuſchauer liegt in unſern Ländern die öſtliche Halbkugel zur Linken, die weſtliche zur Rechten.

Von den beyden Durchſchnittspunkten des Mittagskreiſes mit dem Horizonte heißt der vom Nordpole P abgekehrte, oder H, der **Mittagspunkt,** der entgegengeſetzte R, der **Mitternachtspunkt.** Die um 90 Grad von dieſen entfernten Punkte des Horizonts, der **Morgenpunkt** und **Abendpunkt,** ſind die Pole des Mittagskreiſes.

Auf der künſtlichen Himmelskugel wird dieſer Kreis durch den Ring PAHSQR, Taf. XI. Fig. 71. vorgeſtellt, ſ. **Himmelskugel, künſtliche,** und in 360 Grade u. ſ. w. getheilt, nach welcher Theilung ſich auf ihm Pol-

höhe, Aequatorhöhe, Abweichungen der Geſtirne ꝛc. angeben laſſen.

Die Durchgänge der Geſtirne durch dieſen Kreis ſind für den praktiſchen Aſtronomen ſehr wichtig, ſ. Culmination, und der Durchgang des Mittelpunkts der Sonne beſtimmt inſonderheit den wahren Mittag und die wahre Zeit des Beobachtungsorts.

Mittagskreiſe der Erdkugel, Meridiane der Erde, Meridiani terrae ſ. terreſtres, *Méridiens de la terre.* Dieſen Namen führen alle größte Kreiſe der Erdkugel, welche durch die beyden Pole derſelben gehen. Durch jeden Ort der Erde, z. B. durch o, Taf. VIII. Fig. 2. kan man einen ſolchen Kreis opnsmo ziehen, der alsdann der Mittagskreis des Orts o genannt wird, ſ. Erdkugel (Th. II. S. 22.). Die erweiterte Fläche dieſes Kreiſes iſt für ebendenſelben Ort die Mittagsfläche, und ſchneidet an der ſcheinbaren Himmelskugel den Mittagskreis ZPRNSHZ ab.

Mehrentheils verſteht man aber unter dem Mittagskreiſe eines Orts o nur diejenige Helfte dieſes größten Kreiſes, welche von einem Pole zum andern durch den Ort ſelbſt geht, nemlich poms. Alsdann iſt die andere Helfte snp der entgegengeſetzte Meridian. Alle Orte, die im Meridiane poms liegen, haben auch am Himmel einerley Mittagskreis, mithin einerley Mittag und einerley Zeit. Die Orte der andern Helfte snp ſehen die entgegengeſetzte Helfte des Mittagskreiſes am Himmel, ihre Mittage alſo und ihre Zeitangaben ſind um 12 Stunden von jenen unterſchieden. Da alſo Orte, die in einerley Mittagskreiſe liegen, einerley Zeit zählen, ſo ſagt man von Angaben, die für die Zeit eines gewiſſen Orts berechnet ſind, ſie ſeyen auf deſſen Mittagskreis berechnet. So beziehen ſich Keplers rudolphiniſche Tafeln, die aus Tychons Beobachtungen gezogen ſind, auf den Meridian von Uranienburg, die Zeitangaben in Bode's aſtronomiſchem Jahrbuche auf den von Berlin, u. ſ. w.

Die Mittagskreiſe der Erde werden, wie alle Kreiſe, in 360 Grade getheilt. In ſolchen Graden und ihren Theilen wird die geographiſche Breite der Orte angegeben, ſ. Breite, geographiſche. Bey Unterſuchungen, welche Rückſicht auf die abgeplattete Geſtalt der Erdkugel zu nehmen erfordern, darf man dieſe Grade der Mittagskreiſe nicht mehr von gleicher Größe annehmen; ſie ſind nehmlich gegen die Pole zu größer, als gegen den Aequator, ſ. Erdkugel, unter dem Abſchnitte: Abgeplattete Geſtalt der Erde.

Orte, die in einerley Mittagskreiſe liegen, haben einerley geographiſche Länge. Die in verſchiedenen Meridianen ſind auch in der Länge verſchieden, daher der Unterſchied der Längen durch den Unterſchied der Meridiane, d. i. durch den Unterſchied der Zeit, beſtimmt wird, ſ. Länge, geographiſche.

Mittagskreis, erſter, Meridianus primus, *Premier Méridien.* Derjenige Mittagskreis der Erde, welcher durch den willkührlich gewählten Anfangspunkt des Aequators geht, oden den man als den erſten unter den übrigen betrachtet. Es kan nehmlich von einem Pole zum andern durch jeden Punkt des Aequators AQ, Taf. XII. Fig. 94. ein halber größter Kreis, wie PAp, PCp, PLp, PQp gezogen werden. Dieſe Halbkreiſe ſind die Meridiane der Orte A, B, L, Q, und die zwiſchen ihnen enthaltenen Bogen des Aequators AC, CD, DQ die Unterſchiede ihrer geographiſchen Längen. Will man nun abſolute Größen dieſer Längen angeben, ſo muß man ſie ſämmtlich von einerley Punkte des Aequators, z. B. von A aus, rechnen. Dann werden AC, AD, AQ die Längen der Orte B, L, Q; A ſelbſt wird des Aequators Anfangspunkt, und der Mittagskreis PAp der erſte unter den übrigen.

Da nun die Wahl des Punktes A ganz willkührlich iſt, ſo hat man dem erſten Mittagskreiſe verſchiedene Lagen gegeben. Die Alten zogen ihn ohngefähr durch die weſtlichſten ihnen bekannten Länder, Ptolemäus durch die

weſtwärts der afrikaniſchen Küſte gelegnen canariſchen Inſeln (Inſulas Fortunatas), von denen man die Erdfläche zu rechnen anfieng. Auch jetzt iſt es noch gewöhnlich, den erſten Mittagskreis in dieſe Gegend zu legen. Man erhält dadurch, wenigſtens auf den Landkarten, den Vortheil, daß die alte Welt ganz in die öſtliche, und die neue gröſtentheils in die weſtliche Halbkugel der Erde fällt, welches bey Planiglobien bequem iſt, welche die Erdfläche in zwo nebeneinander liegenden Halbkugeln vorſtellen, als wenn ſie durch die Ebne des erſten Meridians zerſchnitten wäre.

Gerhard Mercator auf ſeinen Karten, und nach ihm **Riccioli** (Geogr. reform. L. IX. cap. 2.) zogen den erſten Mittagskreis durch die canariſche Inſel **Palma**, und zwar durch den Hafen St. Cruz, weil Chriſtoph Colom zu Entdeckung der neuen Welt aus demſelben ausgeſeegelt ſey. **Wilhelm Blaeu** legte ihn weiter weſtwärts durch die azoriſchen Inſeln **Corvo** und **Flores**, weil daſelbſt die Magnetnadel zu ſeiner Zeit keine Abweichung zeigte; nachher aber rückte er ihn ſelbſt auf die canariſche Inſel **Teneriffa**, deren Pik als einer der höchſten Berge bekannt iſt, worinn ihm nachher faſt alle holländiſche Geographen gefolgt ſind. Aber keine von dieſen Beſtimmungen iſt recht ſchicklich, weil alle die angegebnen Gründe der Wahl mit der Idee vom erſten Meridian nicht die geringſte Verbindung haben.

In Frankreich hingegen zog man dieſen Kreis ſchicklicher durch den weſtlichſten Ort der canariſchen Inſeln, d. i. durch die weſtlichſte Küſte der Inſel **Ferro** oder **Ferri** *(Isle de Fer)*. Um alle Unbeſtimmtheit aufzuheben, ſetzte Ludwig XIII. ſogar durch einen Befehl vom 25ſten April 1634 feſt, daß die franzöſiſchen Geographen und Seefahrer die Längen nie anders, als von da aus, rechnen ſollten. Die Beobachtungen des **P. Feuillee** zeigten, daß die Stadt auf der Inſel Ferro 19° 54′ 15″ weſtlicher liege, als der Mittagskreis der pariſer königlichen Sternwarte, die Küſte aber liegt nach **le Monnier** (Mém. de l'acad. 1742.) 8′ 15″ weſtlicher, als die Stadt; daher nach dieſer

Lage des erſten Meridians die Sternwarte zu Paris eine Länge von 20° 2′ 30″ erhält.

Es iſt aber der Leichtigkeit halber gewöhnlich worden, den erſten Meridian ſo zu legen, daß die Länge der pariſer Sternwarte gerade 20° wird, und ihn alſo zwiſchen der weſtlichen Küſte der Inſel Ferro und der Stadt auf derſelben hindurch gehen zu laſſen. So wird er jetzt auf den meiſten Landkarten angenommen, und ſo ſetzt ihn ſelbſt **de la Lande** in der erſten aſtronomiſchen Tafel (Aſtronomie. To. I.). **Doppelmayr** auf einer homanniſchen Karte (Baſis geographiae recent. aſtron.) legt den erſten Meridian $22\frac{1}{2}°$ weſtwärts von Paris, weil dies gerade einen aliquoten Theil, nehmlich $\frac{1}{16}$, des Umkreiſes ausmache; er ſagt aber, er habe den Ptolemäiſchen erſten Mittagskreis behalten, welcher in die Gegend von Ferro (*circa* inſulam de Fer) falle. Wenn man dieſen Ausdruck mit der Karte ſelbſt vereinigen will, ſo muß man ſeinem *circa* einen Umfang vom $2\frac{1}{2}°$, d. i. von $37\frac{1}{2}$ Meilen unter dem Aequator, geben.

Es kömmt ſehr wenig darauf an, wohin man den erſten Meridian legt, weil in der Ausübung ohnehin nicht abſolute Größen, ſondern nur Unterſchiede der Längen gebraucht werden, ſ. **Länge, geographiſche**. Die Aſtronomen nehmen mehrentheils den Meridian ihrer Sternwarte für den erſten, ſo wie **Tycho** den von Uranienburg, **Flamſtead** den von Greenwich, **Manfredi** den von Bologna u. ſ. w.

Lulofs Einl. zur mathematiſchen und phyſikal. Kenntniß der Erdkugel, a. d. holl. durch **Käſtner**. Gött. u. Leipz. 1755. gr. 8. §. 619. 620.

Mittagskreis, magnetiſcher, Meridianus magneticus, *Méridien magnétique*. Die Richtung der Magnetnadel geht nicht genau nach dem wahren Mitternachts- und Mittagspunkte, ſondern weicht von derſelben mehr oder weniger ab, ſ. **Abweichung der Magnetnadel**. Sie trift alſo verlängert andere Punkte des Horizonts. Ein größter Kreis der Himmelskugel durch dieſe Punkte

und den Scheitel geführt, heißt der magnetiſche **Mittagskreis**, und ſeine Ebne die **magnetiſche Mittagsfläche**. Dieſe letztere iſt alſo eine über der Richtung der Magnetnadel errichtete Scheitelfläche, und ihr Durchſchnitt mit der ſcheinbaren Himmelskugel giebt den magnetiſchen Mittagskreis. Die Lage des magnetiſchen Mittagskreiſes iſt an jedem Orte der Erde eine andere, und ſelbſt für einerley Ort im Fortgange der Zeit veränderlich.

Mittagslinie, Linea meridiana, *Méridienne, Ligne méridienne.* Eine nach dem wahren Mittags- und Mitternachtspunkte gerichtete Horizontallinie; oder der Durchſchnitt der Mittagsfläche mit der Horizontalfläche. Taf. VIII. Fig. 2., wo die Ebne des Papiers die Mittagsfläche, und h r den ſcheinbaren Horizont des Orts o vorſtellt, iſt die Linie h o r zugleich die Mittagslinie. Ein kleines Stück derſelben, nahe an o, kan man als einen Theil des durch o gehenden Mittagskreiſes der Erde ſelbſt betrachten. Es iſt eine gerade Linie, ſo lang es ſo klein bleibt, daß die Krümmung der Erde darinn nicht merklich wird. Verbindet man aber mehrere ſolche Stücken von Mittagslinien, z. B. für die Orte von o bis f mit einander, ſo machen ſie endlich einen Bogen des Mittagskreiſes ſelbſt aus, oder eine weit verlängerte Mittagslinie auf der Erdfläche krümmt ſich in einen wahren Bogen des Meridians.

Die Mittagslinie iſt zu aſtronomiſchen Beobachtungen unentbehrlich, und überdies zu mancherley Abſichten im gemeinen Leben brauchbar. Sie dient z. B. zu Beſtimmung der Weltgegenden, zu Verzeichnung der Sonnenuhren, zu richtiger Angabe der Zeit und Stellung aller Uhren überhaupt u. ſ. w. Unter den vielen Methoden, ſie zu finden, will ich hier nur die gemeinſte anführen. Auf einer wagrecht geſtellten ebnen Fläche IKLM, Taf. XVII. Fig. 51., errichte man lothrecht den Stift CD. Um C beſchreibe man mit willkührlichem Halbmeſſer einen oder mehrere concentriſche Kreiſe. Einige Stunden vor

Mittag bemerke man genau die Punkte F, f, in welchen der Schatten der Spitze D durch die Peripherien dieſer Kreiſe geht, und eben ſo einige Stunden nach Mittag die Punkte e, E, in welchen der Schatten eben dieſer Spitze die gedachten Kreiſe wiederum durchſchneidet. Halbirt man alsdann die Bogen fe, FE dieſer Kreiſe in n und N, ſo werden die Punkte n, N in einer geraden Linie GCnNH liegen, welche durch C gehen, und die Mittagslinie des Orts ſeyn muß.

Man ſieht leicht, daß durch dieſes Verfahren eigentlich übereinſtimmende Sonnenhöhen beobachtet werden: denn da die Punkte f und e (ingleichen F und E) in einerley Kreiſe um C liegen, ſo waren die Schatten des Stifts Vormittags bey f, und Nachmittags bey e gleich lang, mithin ſtand die Sonne beydemal gleich hoch. Da nun die Mittagsfläche zwiſchen den Gegenden, nach welchen die Geſtirne auf der Morgen- und Abendſeite gleiche Höhen erreichen, mitten inne ſteht, ſo iſt eine mitten zwiſchen f und e, oder durch die Mitte des Bogens fe gezogne Linie durch C in der Mittagsfläche, und weil ſie zugleich horizontal iſt, die Mittagslinie. Es wäre hiezu ſchon ein Kreis um C hinreichend; blos der Genauigkeit halber werden mehrere genommen.

Dieſe Art, die Mittagslinie zu finden, iſt einem kleinen Fehler unterworfen, weil die Sonne eine eigne Bewegung hat, nach der ſie nicht den ganzen Tag über in einerley Parallelkreiſe bleibt, ſondern von den Vormittagsſtunden bis zu den nachmittägigen im Frühlinge etwas höher ſteigt, im Herbſte ein wenig herabſinkt. Daher erreicht ſie die übereinſtimmenden Höhen nicht in völlig gleichen Abſtänden vom Mittagskreiſe. Es iſt deswegen eine kleine Berichtigung nöthig, die aber beym gewöhnlichen Gebrauch ohne Bedenken unterlaſſen werden kan, und ganz wegfällt, wenn man zu dieſem Verfahren die Zeit des Sommerſolſtitiums, oder der längſten Tage wählt. Genauer finden und prüfen die Aſtronomen ihre Mittagslinien, indem ſie die übereinſtimmenden Höhen der

Sonne oder der Fixſterne, mittelſt der Quadranten beobachten.

Von dem Gebrauche der Mittagslinie zu aſtronomiſchen Beobachtungen ſ. den Artikel: Culmination. Zu Abmeſſung der Grade auf der Erdkugel und überhaupt zu Verbeſſerung der geographiſchen Ortsbeſtimmungen ſind Mittagslinien durch ganze Länder hindurch verlängert worden. Die berühmteſte Unternehmung dieſer Art iſt die Verlängerung der Mittagslinie der pariſer Sternwarte, welche von Picard angefangen, von Johann Dominicus Caſſini in den Jahren 1700 und 1701 ſüdwärts bis Collioure an den Pyrenäen, und von Jacob Caſſini, Maraldi und de la Hire 1718 nordwärts bis Dünkirchen, zuſammen durch einen Bogen von 8° 31′ 6½″ des Mittagskreiſes der Erde, fortgeſetzt ward (ſ. *Jaques Caſſini* Tr. de la figure et de la grandeur de la terre, in der Suite des Mém. de l'Acad. roy. des Sc. 1718., auch beſonders herausgegeben Amſt. 1723. 8). Um dieſe Mittagslinie auf der Sternwarte ſelbſt kennbar zu machen, ſind Obeliſken geſetzt, die von da aus am Geſichtskreiſe den wahren Mittags- und Mitternachtspunkt bezeichnen (ſ. *le Monnier* in Mém. de l'acad. des ſc. 1743.).

Unter den zu aſtronomiſchen Beobachtungen beſtimmten Mittagslinien ſind mehrere mit einem Gnomon, d. i. mit einer Veranſtaltung verſehen, durch welche um die Zeit des Mittags ein Bild der Sonne auf die Mittagslinie fällt. Eine der älteſten Vorrichtungen dieſer Art iſt der von Egnaz Dante zu Bologna 1575 errichtete, vom ältern Caſſini 1655 wiederhergeſtellte, 1695 aufs neue geprüfte, und durch ein vortrefliches Werk des Manfredi (De gnomone Bononienſi. Bonon. 1736. 4.) berühmt gewordene Gnomon. Ein anderer iſt in der Kirche St. Sulpice zu Paris von Sully errichtet, und von le Monnier (Mém. de l'acad. de Paris, 1743.) verbeſſert worden. Die Oefnung, wodurch das Sonnenlicht einfällt, hat zu Bologna 1000 Zoll, zu Paris 70 Fuß Höhe. Bey dem großen Abſtande des Bildes von der Oefnung, unter welcher die Mittagslinie anfängt, kan man die geringſten Ver-

änderungen ſowohl in der Höhe der Sonne, als in der Zeit ihrer Culmination, ſehr genau bemerken, daher dieſe Vorrichtungen unter die vornehmſten Werkzeuge der praktiſchen Sternkunde gehören.

Picard (Voyage d'Uranibourg. à Paris, 1680. fol.) fand die Mittagslinie von Uranienburg um 25 Min. 40 Sec. anders gerichtet, als ſie **Tycho** angegeben hatte. Einige, z. E. **Wallis**, ſchloſſen daraus, daß ſich die Lage der Weltgegenden mit der Zeit ändere. Man hat aber dieſe Vermuthung ungegründet befunden, ſ. **Weltgegenden.**

Mittagspunkt, Südpunkt, Meridies, Auſter, *Midi, Sud.* Der Durchſchnittspunkt des Mittagskreiſes mit dem Horizonte an derjenigen Seite des Himmels, welche vom Nordpole abgekehrt iſt. Er iſt einer von den vier Haupt- oder Cardinalpunkten, durch welche im Horizonte die vier Hauptgegenden beſtimmt werden, ſ. **Weltgegenden.** Die Schiffer nennen ihn **Süden.** Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die **Mittagsgegend**, und man ſagt von dem, was ſich daſelbſt zuträgt, es geſchehe **gegen Mittag.** Von dieſem Punkte aus wird im Horizonte das Azimuth der Geſtirne gerechnet, ſ. **Azimuth.**

Mittel, Medium, *Milieu.* Man hat dieſes Kunſtwort in der Naturlehre angenommen, um dadurch Materien zu bezeichnen, mit welchen andere Körper umgeben ſind, und worinn ſie ſich bewegen, oder in welchen ſonſt Bewegungen fortgepflanzt werden. So nennt man die Luft das Mittel, in welchem wir leben; Waſſer das Mittel, in welchem ſich die Fiſche bewegen, Glas, Luft, Waſſer u. dergl. durchſichtige Mittel, wodurch ſich das Licht fortpflanzt. Wenn ein Lichtſtral aus Glas in Luft oder Waſſer übergeht, ſo ſagt man, er gehe aus einem Mittel in das andere, u. ſ. w. Man betrachtet den Widerſtand, den die Bewegung der Körper von der umgebenden Materie leidet, unter dem Namen des **Wider-**

ſtands der Mittel (reſiſtentia mediorum) ſ. Widerſtand.

Mittelpunkt, Centrum, *Centre*. In der Geometrie heißt Mittelpunkt des Kreiſes oder der Kugel derjenige Punkt, welcher von allen Punkten des Umkreiſes oder der Kugelfläche gleich weit abſteht; Mittelpunkt einer regulären Figur oder eines regulären Körpers der, welcher von allen Winkel- oder Eckpunkten gleich weit abſteht. Und überhaupt, wenn ſich eine Figur oder ein Körper durch eine gerade Linie oder ebne Fläche in gleiche und ähnliche Helften theilen läßt, ſo heißt der Punkt, der dieſe Linie halbirt, oder den Mittelpunkt des Durchſchnitts ausmacht, der ganzen Figur oder des ganzen Körpers Mittelpunkt. So kan man ſich auch in manchen irregulären Figuren und Körpern, z. B. Parallelogrammen, Ellipſen, Priſmen, Cylindern, Ellipſoiden u. dergl. einen Mittelpunkt gedenken. Dieſer heißt Mittelpunkt der Größe (centrum magnitudinis); es iſt aber nicht bey allen Figuren und Körpern ein ſolcher Punkt gedenkbar.

Bey phyſikaliſchen und mathematiſchen Unterſuchungen wird das Wort Mittelpunkt noch in vielerley andern Bedeutungen gebraucht. Wenn nehmlich gewiße zuſammengeſetzte Wirkungen eben ſo erfolgen, als ob die Summe aller ihrer Urſachen in einem einzigen Punkte vereinigt wäre, ſo erleichtert es die Betrachtungen ſehr, wenn man in Gedanken die Urſachen wirklich in dieſen Punkt verſetzt, der alsdann den Namen eines Mittelpunkts erhält. So ſind die meiſten der folgenden Benennungen entſtanden, die ich hier in alphabetiſcher Ordnung aufſtelle.

Mittelpunkt der Anziehung, oder der Gravitation, Centrum attractionis ſ. grauitationis. *Centre d'attraction ou de gravitation*. Derjenige Punkt des anziehenden Körpers, nach welchem die Richtung der ganzen Anziehung gehet. Man ſetze z. B. der Körper B, Taf. XVII. Fig. 52. werde von allen Theilen der Kugel A angezogen. Dieſe Theile D, E, F ziehen ihn nach BD, BE, BF, jeder nach einer andern Richtung, jeder auch mit an-

derer Stärke, wegen ihrer verſchiedenen Entfernungen von B. Wenn nun die Totalſumme aller dieſer einzelnen Anziehungen darauf hinausläuft, daß der Körper B ſo ſtark gegen C gezogen wird, als ob alle Theile D, E, F u. ſ. w. zuſammen aus dem Punkte C auf B wirkten, ſo heißt C der **Mittelpunkt der Anziehung**. Das Wort Anziehung iſt hier blos wegen des leichtern Vortrags gewählt, und kan, wenn es mißfällt, mit dem ſchicklichern Namen Gravitation vertauſcht werden.

Newton hat im erſten Buche ſeiner Principien die Mittelpunkte der Anziehung für verſchiedene Fälle berechnet. Wenn A eine Kugel iſt, und in gleichen Abſtänden vom Mittelpunkte C gleiche Dichtigkeit hat, ſo giebt es zween Fälle, in welchen C ſelbſt der Mittelpunkt der Anziehung wird, nehmlich 1. wenn ſich die Anziehungen von D, E, F, direct, wie die Abſtände BD, BE, BF verhalten, 2. wenn ſie ſich umgekehrt, wie die Quadratzahlen dieſer Abſtände verhalten. Hängt die Stärke der Anziehuug nach andern Verhältnißen von der Entfernung ab, ſo kan die Stärke der ganzen Anziehung nicht mehr ſo berechnet werden, als ob die ganze anziehende Maſſe in C beyſammen wäre.

Da in der Natur alle Materie gegen einander nach dem unter Num. 2. angeführten Geſetze ſchwer iſt, und die Himmelskörper als Kugeln angeſehen werden können, die gleich weit von ihren Mittelpunkten gleich dicht ſind, ſo kan man bey den Berechnungen der **Gravitation** die ganzen Maſſen der Himmelskörper in ihren Mittelpunkten vereinigt annehmen.

Bey der Schwere der Erdkörper kömmt hier die abgeplattete Geſtalt der Erde in Betrachtung. Wäre ſie eine vollkommne Kugel und in concentriſchen Schichten um ihren Mittelpunkt gleich dicht, ſo würde auch hier ihr Mittelpunkt der Größe mit dem **Mittelpunkte der Schwerkraft** *(Centre des graves)* einerley ſeyn. Die Abplattung aber verurſacht Abweichungen hievon; und die Erfahrung lehrt, daß die Richtung der Schwere überall lothrecht auf der Horizontalebne, oder auf der Tangente des Umkreiſes

ſtehet; daher ſie den Mittelpunkt des Sphäroids nur unter den Polen und im Aequator treffen kan, an allen übrigen Stellen der Erdfläche aber neben ihm vorbeygehet, ſ. Erdkugel.

Mittelpunkt der Bewegung, Centrum motus, *Centre de mouvement.* Der Punkt, um welchen einer oder mehrere Körper ſich bewegen, und Kreiſe oder Kreisbogen beſchreiben, z. B. der Ruhepunkt am Hebel, der Aufhängungspunkt beym Pendel u. ſ. w.

Mittelpunkt des Gleichgewichts, Centrum aequilibrii ſ. aequilibrationis, *Centre d'équilibre.* In einem Syſteme von Körpern, die von Kräften getrieben werden, und durch Fäden, Hebel u. dergl. mit einander verbunden ſind, heißt derjenige Punkt, in welchem man das Syſtem unterſtützen muß, wenn es im Gleichgewichte ſeyn ſoll, der **Mittelpunkt des Gleichgewichts.** Es iſt nehmlich ſoviel, als ob alle Maſſen und alle Kräfte des Syſtems in dieſem Punkte beyſammen wären.

Wenn die Maſſen blos von der Schwere getrieben werden, ſo heißt dieſer Punkt der Schwerpunkt, oder der gemeinſchaftliche Schwerpunkt des Syſtems, ſ. Schwerpunkt. Dies iſt aber nur ein beſonderer Fall, und wenn andere beſchleunigende Kräfte auſſer der Schwere wirken, iſt der Mittelpunkt des Gleichgewichts nicht allezeit mit dem Schwerpunkte einerley.

Mittelpunkt der Kräfte, ſ. Centralbewegung.

Mittelpunkt der Maſſe oder der Trägheit, Centrum maſſae ſ. inertiae, *Centre de maſſe ou d'inertie.* Dieſen Namen kan man mit Euler (Theoria motus corp. rigid. §. 285.) dem Schwerpunkte beylegen, weil man denſelben oft in Fällen braucht, wo an keine Schwere gedacht wird, wo alſo der gewöhnliche Name anſtößig ſeyn könnte. Die Schlüſſe nehmlich, durch welche der Schwerpunkt gefunden wird, laſſen ſich eben ſo anbringen, wenn in die Maſſe eines Körpers eine andere beſchleunigende Kraft wirkt, die größer oder kleiner iſt, als die Schwere, woſern dieſe Kraft nur auf alle Theile gleich ſtark und in paralle-

len Richtungen wirkt. Wenn z. B. eine Kugel auf einer ſchiefen Ebne herabrollt, oder ein horizontaler Wind auf einen Mühlenflügel wirkt, ſo kan man die ganze Wirkung im Mittelpunkte der Kugel oder im Schwerpunkte des Mühlenflügels vereinigt annehmen. Aber dieſe Punkte heiſſen hier ſchicklicher Mittelpunkte der Maſſe oder der Trägheit. Man ſ. **Käſtners** höhere Mechanik, 3ter Abſchn. §. 228.

Mittelpunkt, phoniſcher, Centrum phonicum, *Centre phonique.* Der Ort, an welchen ſich bey einem Echo, das mehrere Sylben wiederholt, die redende Perſon ſtellen muß.

Mittelpunkt, phonokamptiſcher, Centrum phonocampticum, *Centre phonocamptique.* Der Ort, von welchem beym Echo der Schall zurückgeworfen wird.

Mittelpunkt der Schwere, ſ. **Schwerpunkt.**

Mittelpunkt des Schwunges, Schwingungspunkt, Centrum oſcillationis, *Centre d'oſcillation.* Derjenige Punkt eines zuſammengeſetzten Pendels, in welchem die ganze ſchwere Maſſe des Pendels vereiniget, um eben den Aufhängungspunkt eben ſo ſchnelle Schwünge machen würde, als das zuſammengeſetzte Pendel ſelbſt macht. Taf. XVII. Fig. 53. ſey CD ein einfaches, CE ein zuſammengeſetztes Pendel, die beyde gleich ſchnell ſchwingen. Man nehme CO = CD, ſo iſt O der Mittelpunkt des Schwunges für das Pendel CE.

Man braucht daher bey einem zuſammengeſetzten Pendel CE blos den Mittelpunkt des Schwunges O zu kennen, um ſeine ganze Theorie auf die Lehre vom einfachen Pendel zurückzuführen. Es ſchwingt vollkommen ſo, wie ein einfaches von der Länge CO, in deſſen Punkt O die ganze Maſſe von CE zuſammen gebracht iſt. **Huygens** (Horologium oſcill. Pariſ. 1673. fol. p. 93.) hat dieſe Art, die Sache zu betrachten, zuerſt eingeführt, und Methoden angegeben, den Mittelpunkt des Schwungs zu finden.

Die Aufgabe von den Schwingungen zuſammengeſetzter Pendel von beſtimmter Figur hatte der **P. Mer-**

ſenne ſchon 1646 den Mathematikern zur Auflöſung vorgelegt und beſonders Descartes, Robervaln und den damals noch jungen Huygens dazu aufgefordert. Ob ſie gleich die Kräfte der damaligen Mechanik überſtieg, fanden dennoch Descartes und Roberval Auflöſungen für einzelne Fälle, die von einander verſchieden waren. Sie führten darüber einen ziemlich heftigen Streit, worinn beyde Unrecht hatten. Was ſie nehmlich fanden, war eigentlich Mittelpunkt des Stoßes, der nur zufälliger Weiſe in dieſen Fällen mit dem Mittelpunkte des Schwunges einerley iſt. Huygens war weit glücklicher, betrachtete die Sache von der rechten Seite und fand zuerſt eine richtige allgemeine Theorie, welche folgenden Satz lehrt.

Man dividire das Moment der Trägheit des Pendels für den Punkt C, durch das ſtatiſche Moment deſſelben für eben dieſen Punkt, der Quotient giebt den geſuchten Abſtand CO.

Ex. An der geraden Linie ohne Schwere CD, Taf. XVII. Fig. 54. ſchwingen um C, die Maſſen A, B, D. Man ſucht CO oder den Abſtand des Mittelpunkts des Schwunges O. Die Momente der Trägheit um C ſind $CA^2.A, CB^2.B, CD^2.D$, **ſ. Moment der Trägheit.** Die ſtatiſchen Momente um C ſind CA. A, CB. B, CD. D, **ſ. Moment, ſtatiſches.** Daher.

$$CO = \frac{CA^2.A + CB^2.B + CD^2.D}{CA.A + CB.B + CD.D}.$$

Für ganze Körper, welche nicht blos in einzelnen Punkten A, B, D, ſondern überall ſchwere Maſſe haben, ſucht man die Momente nach den Regeln, die unter den angeführten Artikeln dieſes Wörterbuchs vorgeſchrieben ſind. Iſt z. B. CD eine durchaus gleich dichte priſmatiſche Stange von der Maſſe M, ſo iſt ihr Moment der Trägheit um C $= \frac{1}{3}M.CD^2$; ihr ſtatiſches Moment $= \frac{1}{2}M.CD$. Folglich $CO = \frac{2}{3}CD$. Iſt D der Mittelpunkt einer Kugel vom Halbmeſſer r, und der Maſſe M, und CD ein Faden, deſſen Gewicht man vernachläßigen kan, ſo iſt das Moment der Trägheit der Kugel $= (CD^2 + \frac{2}{5}r^2)$. M, das

ſtatiſche] Moment = C D . M ; mithin $CO = CD + \frac{2}{5} r^2 : CD$.

Huygens bewieß dieſe Theorie durch Vorausſetzung des Grundſatzes: daß verbundene einzelne Maſſen durch den Fall ſoviel Kraft erlangen, daß ihr gemeinſchaftlicher Schwerpunkt wieder eben ſo hoch ſteigen kan, ſo tief er gefallen iſt, welchen Satz man insgemein den Grundſatz der aufſteigenden Kräfte nennet. Jacob Bernoulli (Mém. de l'acad. des ſc. 1703. Opp. Jac. Bern. p. 98.) leitete ſie zuerſt durch ein völlig ſtrenges Verfahren, das aber für zuſammengeſetzte Fälle etwas weitläuftig wird, aus der Lehre vom Hebel her. Johann Bernoulli (Act. erud. Lipſ. 1714. und Opp. Jo. Bern. To. II. n. 96. und To. IV. n. 177.) handlet die Sache weit leichter und allgemeiner ab, und ihm iſt Herr Käſtner (Anfangsgr. der höhern Mechanik, III Abſchn. §. 6. u. f.) größtentheils gefolgt. Euler (Theoria motus corp. rigid. Cap. VI. VII.) trägt dieſe Lehre als eine Anwendung ſeiner allgemeinen Theorie von der Umdrehung feſter Körper um eine unbewegliche Axe vor.

Mittelpunkt des Stoßes, Centrum percuſſionis, *Centre de percuſſion.* Diejenige Stelle eines bewegten Körpers, wo man ſich ſeinen völligen Stoß vereinigt vorſtellen kan, ſo, daß dasjenige, worauf dieſe Stelle ſtößt, den ganzen Stoß des Körpers empfindet, und ſeine fernere Bewegung, wenn es nicht ausweicht, gänzlich aufhält. Bey einem Körper, deſſen Punkte ſich alle nach parallelen Linien mit gleichen Geſchwindigkeiten bewegen, iſt dieſer Mittelpunkt des Stoßes mit dem Schwerpunkte einerley.

Wallis (Mechan. Cap. XI. prop. 15.) hat den Mittelpunkt des Stoßes zuerſt betrachtet, und nennt ihn punctum percuſſionis maximae. Man kan aber unter dieſem Ausdrucke auch den Punkt verſtehen, mit dem der Körper ſtoßen muß, wenn er einem andern beweglichen die größte Geſchwindigkeit mittheilen ſoll. Wenn ſich die Maſſe des Körpers nicht nach parallelen Richtungen bewegt, ſondern

ſich um eine feſte Axe dreht, ſo ſind dieſe beyden Punkte nicht allemal einerley.

Wallis hat das Wort in dem zuerſt angeführten Sinne genommen, ſo wie auch die beyden Bernoullis: Euler (in Robins erläuterter Artillerie S. 182.) nimmt es im letztern. Wallis betrachteter aber blos den Stoß einer Ebne, die ſich um eine in ihr ſelbſt befindliche Axe dreht, in welchem Falle die Mittelpunkte des Stoßes und des Schwunges einerley ſind. Er fand alſo eben die Formel, durch welche man den Mittelpunkt des Schwunges beſtimmt. Dadurch hat ſich Stone (Analyſe des infiniment petits trad. de l'Angl. par *Rondet.* Paris, 1735. 4. Sect. VII. p. 131.) verleiten laſſen, beyde Mittelpunkte überhaupt für einerley anzunehmen, welches auch ſogar Jacob Bernoulli (Opp. To. II. n. C. p. 951.) behauptet. Johann Bernoulli aber (Opp. To. IV. n. 170. p. 180. ſq.) erinnert ſehr richtig, daß dieſe Uebereinſtimmung nur zufällig ſey, und bloß für einige beſondere Fälle ſtatt finde. Ausführlicher trägt die Theorie von den Mittelpunkten des Stoßes Karſten (Lehrbegriff der geſammten Math. IV. Theil, Mechanik, im XVIII. Abſchnitte) vor.

Mittelpunkt der Umdrehung, Centrum rotationis, *Centre de rotation.* Derjenige Punkt, um welchen ſich ein Körper drehet. In den meiſten Fällen kan man das ſo nennen, was ſonſt Mittelpunkt der Bewegung heißt, z. B. den Ruhepunkt, um den ſich der Hebel dreht, den Aufhängungspunkt, um den das Pendel ſchwingt, u. ſ. w.

In einer beſondern Bedeutung aber heißt **freywilliger Mittelpunkt der Umdrehung** (centrum rotationis ſpontaneum, *centre ſpontané de rotation*) derjenige Punkt, welcher unbewegt bleibt, und um welchen ſich der Körper zu drehen anfängt, wenn er einen eccentriſchen Stoß erhält, d. i. einen ſolchen, deſſen Richtung nicht durch den Schwerpunkt geht. Durch einen ſolchen Stoß nehmlich erhält der Körper nicht allein eine fortgehende Bewegung (motum progreſſiuum) aller ſeiner Theile, ſondern auch

eine Umdrehung (motum rotationis), welche für jeden Theil ſo ſtark iſt, als ſie bey eben dem Stoße ſeyn würde, wenn der Schwerpunkt feſtgehalten würde. Dabey muß es nun in der Ebne, in welcher die Richtung des Stoßes und der Schwerpunkt liegen, nothwendig einen Punkt geben, der durch die fortgehende Bewegung eben ſo weit vorwärts, als durch die Umdrehung rückwärts geführt wird, der alſo ruht, indem ſich die übrigen wirklich bewegen. Dieſem Punkte hat Johann Bernoulli (Opp. To. IV. n. 177. p. 265. ſq.) den angeführten Namen gegeben. Er ändert ſich bey fortdaurender Bewegung alle Augenblicke, und alle Punkte der gedachten Ebne, die vom Schwerpunkte gleich weit abſtehen, werden der Reihe nach ſolche freywillige Mittelpunkte der Umdrehung.

Käſtner höhere Mechanik, III. Abſchn. an mehrern Stellen.

Karſten Lehrbegrif der geſammten Math. IV. Theil, Mechanik der feſten Körper, XI und XVIII. Abſchn.

Briſſon Dict. raiſ. de phyſique. Art. *Centre.*

Mittelſalze, Salia media. Sonſt gab man dieſen Namen ohne Unterſchied allen zuſammengeſetzten Salzen, die aus Verbindung der Säuren mit Laugenſalzen oder mit abſorbirenden Erden entſpringen, wenn dieſe Verbindung bis zur Sättigung getrieben wird. Es war der allgemeine Name der ganzen Claſſe, die man wieder in **vollkommne** oder **wahre Mittelſalze** aus Verbindung der Säuren mit Laugenſalzen, und **unvollkommne, analogiſche** oder **erdichte Mittelſalze** (Salia media terreſtria) aus Verbindung der Säuren mit Erden eintheilte. Die Worte **Mittelſalz** und **Neutralſalz** (Sal neutrum, *Sel neutre)* waren ganz ſynonymiſch.

Bergmann aber (Ausg. von Scheffers chemiſchen Vorleſ. überſ. von D. C. E. Weigel, Greifsw. 1779. 8. S. 5 und 99. ingl. Sciagraphia regni mineralis) unterſcheidet Neutral- und Mittelſalze, und verſteht unter den letztern blos diejenigen, welche aus Verbindung der Säuren mit **Erden** entſpringen, und ſonſt unvollkommne

oder erdichte genannt wurden. Ihm folgen auch die meiſten Chymiker.

Die Mittelſalze ſind in ihrer äuſſern Beſchaffenheit den Neutralſalzen ſehr ähnlich, unter einander ſelbſt aber im Geſchmacke, Auflösbarkeit, Kryſtallengeſtalt, Fähigkeit, ſich zu kryſtalliſiren, Verhalten in der Luft u. ſ. w. verſchieden. Jede eigenthümliche Erde bringt mit einer beſtimmten Säure ein eignes von dem andern unterſchiednes Mittelſalz hervor, daß alſo die Anzahl der Mittelſalze dem Produkte aus den Anzahlen der Säuren und abſorbirenden Erden gleich iſt.

Man giebt den meiſten Mittelſalzen Namen, die von der darinn befindlichen Säure hergenommen ſind, mit dem Beyſatz der dazu genommenen Erde, z. B. **Thonſalz** aus Kochſalzſäure und Thonerde, **bitteres Weinſteinſalz** aus Weinſteinſäure und Bitterſalzerde. Die aus der Vitriolſäure bekommen beſondere Namen. Dieſe Säure nehmlich giebt mit der Kalkerde den **Selenit**, mit der Bitterſalzerde das **Bitterſalz**, mit der Thonerde den **Alaun**, mit der Schwererde den **Schwerſpath**.

Zu den Mittelſalzen gehören auch die aus Verbindung der Säuren mit den metalliſchen Erden entſprungenen, die man **Mittelſalze mit einem metalliſchen Grundtheile** nennet.

Bey der Verbindung einer Säure mit einer abſorbirenden Erde findet man den Sättigungspunkt, indem man die Erde nach und nach zu der flüßigen Säure trägt, bis ſie nicht mehr davon aufgelöſet wird, und das Ueberflüßige zu Boden fällt. Dieſes wird alsdann durch Filtriren abgeſchieden, und das Mittelſalz aus der Auflöſung durch Kryſtalliſiren oder Abrauchen erhalten.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der Chemie, Th. I. §. 227. u. f.

Mitternacht, **Mitternachtsgegend**, Septemtrio, Boreas, Plaga Septemtrionalis ſ. borealis, *Septentrion*, *Nord*. Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, in welcher der in unſern Ländern ſichtbare Weltpol ſteht, und

wo die bey uns nicht untergehenden Geſtirne erſcheinen. Unter dieſe Geſtirne gehören auch die unter dem Namen des **Himmelswagens** bekannten ſieben Sterne im großen Bär, welche die Alten die ſieben dreſchenden Rinder (Septem Triones) nannten, wovon die lateiniſche Benennung der Gegend entſprungen iſt.

Mitternacht, **Mitternachtszeit**, Media nox, *Minuit*. Derjenige Zeitpunkt der Nacht, in welchem der Mittelpunkt der Sonne den tiefſten Stand unter dem Horizonte hat, oder in der unſichtbaren Helfte des Mittagskreiſes ſteht. Da die Sonne von hier aus eben ſoviel Zeit zum Aufſteigen an den Horizont nöthig hat, als ſie vom Untergange bis dahin zum Niederſinken brauchte, ſo halbirt dieſer Augenblick die Dauer der Nacht, und hat daher ſeinen Namen.

Die Mitternacht iſt um zwölf Stunden wahrer Sonnenzeit von den Mittagen des vorhergehenden und folgenden Tages unterſchieden; und die bürgerliche Zeitrechnung fängt den Tag von dem Augenblicke der Mitternacht an.

Mitternachtspunkt, **Nordpunkt**, Septemtrio, Boreas, *Septentrion*, *Nord*. Der Durchſchnittspunkt des Mittagskreiſes mit dem Horizonte an derjenigen Seite des Himmels, welche gegen den Nordpol zugekehrt iſt. Er iſt einer von den vier Haupt- oder Cardinalpunkten, durch welche im Horizonte die vier Hauptgegenden beſtimmt werden, ſ. **Weltgegenden**. Die Schiffer nennen ihn **Norden**. Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die **Mitternachtsgegend**, und man ſagt von dem, was ſich daſelbſt zuträgt, es geſchehe gegen **Mitternacht**.

Mittheilung, Communicatio, *Communication*. Wenn ein Körper durch Verbindung mit einem andern ſeinen Zuſtand oder ſeine Eigenſchaften ſo ändert, daß von dieſem Zuſtande oder von dieſen Eigenſchaften etwas in den andern Körper überzugehen ſcheint, welches der erſte

verliert, ſo nennt man dieſes Phänomen eine **Mittheilung.** So theilt ein bewegter Körper andern, an die er ſtößt, einen Theil ſeiner Bewegung, ein wärmerer Körper kältern, die er berührt, einen Theil ſeiner fühlbaren Wärme, ein elektriſirter Körper den Leitern, gegen die er Funken ſchlägt, einen Theil ſeiner Elektricität mit, u. ſ. w. ſ. **Stoß, Wärme, Elektricität.**

Ob hiebey wirklich etwas aus einem Körper in den andern übergehe, läßt ſich nicht in allen Fällen entſcheiden. Bey den Mittheilungen der Wärme und der Elektricität ſcheint es zu geſchehen: wenigſtens rühren dieſe Phänomene, den angenommenen Erklärungen nach, von Materien her, die nach einem gewiſſen Gleichgewichte ſtreben, und ſo lange dieſes nicht erreicht iſt, aus dem einen Körper, der mehr hat, in den andern übergehen, der weniger hat.

Bey der Mittheilung der Bewegung aber kan man nicht ſagen, daß aus dem bewegten Körper irgend etwas wirkliches in den andern übergehe. Die Bewegung ſelbſt iſt doch blos ein Zuſtand der Körper, und daß ſie von einem an den andern abgegeben werde, läßt ſich nur in figürlichem Verſtande ſagen. Man hat behaupten wollen, es ſey die **lebendige Kraft**, welche als etwas ganz eignes und ſubſtantielles den bewegten Körpern zu Theil werde, und ſich nach gewiſſen Geſetzen unter mehrere einander ſtoſſende vertheile: ſolche Vorſtellungen aber haben die Lehre von der Bewegung mehr verdunkelt, als aufgekläret, ſ. **Kraft.** Wir müſſen vielmehr zufrieden damit, daß wir die Geſetze des Stoßes aus Erfahrungen kennen, über die Art und Weiſe, auf welche Mittheilung der Bewegung bewirkt wird, unſere gänzliche Unwiſſenheit geſtehen, und den Ausdruck: Mittheilung der Bewegung für nichts weiter, als für die eingeführte Benennung eines Phänomens halten. Ich beziehe mich hierüber gänzlich auf das Wort: **Stoß.**

In der Lehre vom Magnet wird das Wort Mittheilung ſehr uneigentlich gebraucht. Man ſagt, der Magnet theile ſeine anziehende Kraft dem Eiſen mit, und handlet daher unter einem beſondern Abſchnitte vom mitgetheil-

ten **Magnetiſmus.** Da nun der Magnetiſmus nach den allgemein angenommenen Erklärungen auch durch eine eigne Materie bewirkt wird, ſo kan man leicht durch dieſe Benennung verleitet werden, ſich unter der magnetiſchen Mittheilung einen Uebergang dieſer Materie aus dem magnetiſchen Körper in den unmagnetiſchen vorzuſtellen. Gleichwohl iſt dieſe Vorſtellung falſch, und widerlegt ſich ſchon dadurch, weil der magnetiſche Körper nichts von ſeiner Kraft verliert, wenn auch noch ſo viele andere durch ihn magnetiſch gemacht werden. Es iſt alſo hier an keine wahre Mittheilung zu denken; was vorgeht, iſt blos Wirkung einer **Vertheilung**, ſ. Magnet. Dennoch iſt hiebey das Wort Mittheilung nach dem herrſchenden Sprachgebrauche einmal angenommen.

Moment, Momentum, *Moment.* Dieſer Name iſt in die Lehren der Statik und Mechanik blos der Bequemlichkeit halber eingeführt. Man bezeichnet damit nichts reelles, für ſich exiſtirendes, ſondern nur gewiſſe Ausdrücke, nach welchen ſich Wirkungen ſchätzen laſſen, welche von Kräften unter gewiſſen Umſtänden hervorgebracht werden — Ausdrücke, welche immer gleich bleiben müſſen, wenn die Wirkungen die nemlichen ſeyn ſollen. In dieſem Sinne gebraucht man die Namen: **Statiſches Moment** und **Moment der Trägheit.**

Statiſches Moment, Momentum ſtaticum, *Moment d'une puiſſance au levier.* So nennt man, wie ſchon beym Worte Hebel (Th. II. S. 571) erinnert worden iſt, das Product einer bewegenden Kraft am Hebel in ihre Entfernung vom Ruhepunkte. Sind dieſe Producte auf beyden Seiten des Hebels gleich, ſo erfolgt Gleichgewicht und Ruheſtand, oder beyde Kräfte wirken alsdann gleich ſtark auf des Hebels Umdrehung. Man kan alſo dieſes Product als den Ausdruck der Gewalt anſehen, mit welcher eine Kraft den Hebel um ſeinen Ruhepunkt zu drehen ſtrebt. Daher kömmt ihm, der obigen Worterklärung gemäß, der Name Moment zu.

Wirken an einerley Arme eines mathematiſchen Hebels CB, Taf. XVII. Fig. 55., die bewegenden Kräfte P, p, π, in die Maſſen M, m, μ, in den von C aus gerechneten Entfernungen CM = D, Cm = d, Cμ = δ, ſo ſind die Momente dieſer Kräfte PD, pd, $\pi\delta$, und die ganze Gewalt, womit der Hebel um C gedreht wird, wird durch die Summe dieſer Momente ausgedrückt, oder iſt

$$PD + pd + \pi\delta.$$

Sollte der Ruhepunkt in B ſeyn, und wäre die Länge des Hebels CB = a, ſo würden jetzt jener Kräfte Entfernungen von B = a — D, a — d, a — δ, und die Momente

$$P(a - D); p(a - d); \pi(a - \delta)$$

ſeyn. Ihre Summe drückt nun die Gewalt aus, womit dieſe Kräfte den Hebel um B zu drehen ſtreben. Alſo iſt das Moment um C von dem Momente um B unterſchieden, und man muß, um beſtimmt zu reden, nicht von ſtatiſchem Moment überhaupt, ſondern von **Moment um einen gewiſſen Punkt**, z. B. um C, oder um B, ſprechen.

Da die bewegende Kraft P durch das Product der Maſſe M in die beſchleunigende Kraft F ausgedrückt wird, (oder da P = MF, ſ. **Kraft, bewegende**), ſo iſt das Moment um C = MFC. Sind nun die beſchleunigenden Kräfte der Maſſen M, m, μ, einerley (z. B. wenn M, m, μ Gewichte ſind, die durch die Schwere = 1 getrieben werden) ſo verhält ſich P, wie M, und man kan das Moment von M = MD ſetzen.

Die Vorſtellung von Momenten um gewiſſe Punkte dient bey den ſtatiſchen Rechnungen zu ungemeiner Erleichterung. Alle Berechnungen am Hebel beruhen auf dem Satze, daß für den Fall des Gleichgewichts die Summe der Momente auf beyden Seiten des Ruhepunkts gleich ſeyn muß. Die Erfindung des gemeinſchaftlichen Schwerpunkts E der Maſſen M, m, μ ergiebt ſich daraus, daß es einerley Wirkung auf den Hebel thun muß, es mögen die Maſſen einzeln in M, m, μ; oder zuſammen in E angebracht werden, daher die Summe der Momente MD, md, $\mu\delta$ eben ſo-

viel, als das Moment (M + m + μ). CE betragen, mithin

$$CE = \frac{MD + md + \mu\delta}{M + m + \mu}$$

ſeyn muß, d. h. **Der Abſtand des Schwerpunkts** *E* **von** *C* **iſt gleich der Summe aller ſtatiſchen Momente um** *C*, **dividirt durch die Summe aller ſchweren Maſſen.** Und wenn der Schwerpunkt ſchon anderswoher bekannt iſt, ſo findet man die Summe der ſtatiſchen Momente um C, wenn man des Schwerpunkts Abſtand von C (oder CE) in die Summe der ſchweren Maſſen (M + m + μ) multipliciret.

Iſt CB eine prismatiſche Stange von der Maſſe M, und von gleichförmiger Dichte, ſo fällt der Schwerpunkt E in ihre Mitte, oder es iſt CE = $\frac{1}{2}$ CB. Daher die Summe der ſtatiſchen Momente aller Theile, oder das Moment der Stange ſelbſt um C = $\frac{1}{2}$ M. CB. Mehr hievon ſ. bey dem Worte: **Schwerpunkt.**

Würde der Hebel wirklich um C gedreht, ſo bewegten ſich M, m, mit Geſchwindigkeiten, C, c, die ſich wie ihre Entfernungen von C, oder wie D, d verhielten. So könnte man hier, wo es doch blos auf Verhältniße ankömmt, C für D, c für d u. ſ. w. ſetzen, und die Momente von M uud m auch durch MC, mc ausdrücken. Dies iſt eben derſelbe Ausdruck, nach dem man ſonſt die Größe der Bewegung ſchätzt, ſ. **Bewegung**, und welchen **Descartes** für das Maaß der bewegenden Kraft angenommen hat, ſ. **Kraft, bewegende.**

Dieſer Umſtand hat veranlaſſet, daß ſehr viele Schriftſteller die Ausdrücke: ſtatiſches Moment, Größe der Bewegung, und Maaß der bewegenden Kraft, mit einander verwechſeln. So ſagt **Briſſon**: Le Moment d'un corps eſt *la quantité de ſon mouvement*, und definirt Moment: Nom, que l'on donne *à la force d'un corps en mouvement.* Solche Verwechſelungen aber verdunkeln die erſten Begriffe der Wiſſenſchaft. **Statiſches Moment** iſt nur da gedenkbar, wo von Streben nach Umdrehung um einen feſten Punkt, oder um eine Axe, die Rede iſt, und heißt: Das, was gleich ſeyn muß, wenn dieſes Streben gleich ſeyn ſoll,

oder das, wornach man dieſes Streben ſchätzt. **Größe der Bewegung** aber läßt ſich bey jeder Bewegung betrachten, und iſt allezeit = MC, da hingegen das ſtatiſche Moment eigentlich = PD iſt, und nur dann MC wird, wenn es verſtattet iſt, P = M und D = C zu ſetzen. Was endlich das carteſianiſche **Maaß der Kraft** betrift, ſo ſetzt daſſelbe voraus, daß man die Größe einer bewegenden Kraft durch die Größe der Bewegung ausdrücken wolle, die ſie in einer gewiſſen Zeit hervorzubringen ſtrebt. Man ſieht alſo, daß dieſe drey Begriffe an ſich ſehr verſchieden ſind, und nur zufälliger Weiſe in manchen Fällen übereinkommen.

Moment der Trägheit, Moment der Maſſe, Momentum inertiae ſ. maſſae, *Moment d'inertie d'une maſſe.* Dieſen Namen giebt man dem Producte einer Maſſe in das Quadrat ihrer Entfernung vom Bewegungs- oder Umdrehungspunkte.

Soll es nemlich für die Umdrehung des Hebels CB, Taf. XVII. Fig. 55. durch den Winkel BCb, gleichgültig ſeyn, ob ſich die Maſſe M in der Entfernung CM = D, oder ob ſich die Maſſe m in der Entfernung Cm = d daran befindet (d. h. ſoll in beyden Fällen die Umdrehung des Hebels durch den Winkel BCb vermittelſt einer gleichen Gewalt in gleicher Zeit geſchehen), ſo dürfen die beſchleunigenden Kräfte F und f, die in M und m wirken, nicht mehr gleich ſeyn; ſonſt würde die Maſſe m, in gleicher Zeit mit M, nur durch den Bogen $m\mu$ = MN geführt werden, mithin würde der Hebel mit m nicht den ganzen Winkel BCb durchlaufen. Vielmehr müſſen ſich dieſe beſchleunigenden Kräfte F und f, wie die ähnlichen Bogen MN und mn, d. i. wie die Halbmeſſer CM und Cm, oder wie D : d verhalten. Daher ſind die bewegenden Kräfte P und p im Verhältniße MD : md. Weil ſich nun dieſe, wenn ſie gleich ſtark auf den Hebel wirken ſollen, umgekehrt, wie die Entfernungen von C verhalten müſſen, ſo muß

$$MD : md = d : D, \text{ und daher } MD^2 = md^2$$

ſeyn. Dieſes Product MD^2 muß immer gleich bleiben, wenn der Hebel durch eine gleiche Gewalt mit ebenderſelben Winkelgeſchwindigkeit umgedreht werden ſoll. Es iſt ein

Ausdruck für die Größe der Gewalt, die man braucht, um eine träge Maſſe am Hebel mit einerley Winkelgeſchwindigkeit um den Ruhepunkt zu drehen. Daher heißt es Moment, und zwar, weil die Rede nicht von Gewichten, ſondern von trägen Maſſen iſt, **Moment der Trägheit oder der Maſſe.**

Auch hier wird Umdrehung um einen feſten Punkt, oder um eine Axe, vorausgeſetzt, alſo kan man auch nur **Momente der Trägheit um einen gewiſſen Punkt** betrachten.

Befinden ſich an einer mathematiſchen Linie CB mehrere träge Maſſen M, m, μ in verſchiedenen Entfernungen von C, z. B. CM = D, Cm = d, Cμ = δ, ſo iſt die Summe ihrer einzelnen Momente der Trägheit um C, oder

$$MD^2 + md^2 + \mu\delta^2$$

das **Moment der Trägheit der ganzen Linie** CB.

Iſt CB eine prismatiſche Stange von der Maſſe M, der Länge CB = a und von durchaus gleicher Dichte, ſo läſt ſie ſich als eine mathematiſche Linie anſehen, die an allen Punkten mit gleichen kleinen Maſſen belaſtet iſt. Nennt man ein veränderliches Stück dieſer Linie CE = x, ſo hat das Element davon (Ee = dx) die Maſſe $\frac{Mdx}{a}$ und ſeine Entfernung von C iſt = CE = x; alſo ſein Moment der Trägheit um C = $\frac{M}{a}x^2dx$. Mithin das Moment der Trägheit des ganzen Stücks der Stange CE, durch die Integralrechnung,

$$\frac{M}{a}\int x^2dx = \frac{M}{a}.\ \tfrac{1}{3}x^3$$

und das Moment der Trägheit der ganzen Stange CB, wofür x = a wird

$$\tfrac{1}{3}Ma^2$$

Denkt man ſich ſtatt der Stange CB einen Körper von beſtimmter Geſtalt, ſo kan man ihn auf ähnliche Art in Elemente zerlegen, das Moment der Trägheit zuerſt für ein ſolches Element ſuchen, und dann die Summe aller

Momente, oder das Moment des ganzen Körpers durch Integralrechnung finden. Wenn Taf. XVII. Fig. 53. eine Kugel von der Maſſe M und dem Halbmeſſer r, an dem Faden CD ſo hängt, daß D der Kugel Mittelpunkt iſt, und man die Maſſe des Fadens vernachläßigen kan, ſo iſt das Moment der Trägheit der Kugel um den Punkt C

$$(CD^2 + \tfrac{2}{5} r^2).\ M$$

Die hiezu gehörigen Rechnungen findet man bey **Käſtner** (Anfangsgr. der höhern Mech. S. 222 u. f.

Die Beſtimmung der Momente der Trägheit iſt bey den Lehren vom Pendel und vom Stoße unentbehrlich. Die Regel, nach welcher man aus dieſem Momente den Schwingungspunkt findet, habe ich bey dem Worte **Mittelpunkt des Schwunges** angegeben.

Monaden, Monadologie, ſ. **Materie.**

Monat, Menſis, *Mois.* Die Zeit, binnen welcher der Mond einen Umlauf um den Himmel zu vollenden ſcheint. Faſt in eben dem Zeitraume vollendet er auch einen ganzen Wechſel ſeiner Erſcheinungen, oder ſeines Zu- und Abnehmens. Dies muſte den Menſchen ſehr frühzeitig in die Augen fallen; man fieng alſo bald an, verfloßne Zeiträume nach der Anzahl der **Monden** oder **Monate** anzugeben, die ſie in ſich faßten.

Eine genauere Betrachtung aber lehrt bald, daß man dieſe Zeiträume auf verſchiedene Arten rechnen könne. Betrachtet man nemlich die Zeit, binnen welcher der Mond ſeinen Umlauf um den Fixſternhimmel zu vollenden, oder wiederum zu den vorigen Fixſternen zu gelangen ſcheint, ſo heiſt dieſe der **ſideriſche Monat.** Während dieſes Umlaufs aber ſind die Nachtgleichen und mit ihnen alle Punkte der Ekliptik ein wenig vorgerückt. Der Mond begegnet alſo dem vorigen Punkte der Ekliptik etwas früher wieder, und der Zeitraum, binnen welchem er den ganzen Umkreis der Ekliptik durchläuft, der **periodiſche Monat,** iſt etwas kürzer, als der ſideriſche, wiewohl der Unterſchied kaum 7 Secunden beträgt.

Die Sonne aber iſt indeſſen um eine beträchtliche Weite fortgegangen, und der Mond braucht über 2 Tage Zeit, um ſie wieder einzuholen. Daher iſt der Zeitraum von einem Neumonde zum andern, oder die Dauer eines völligen Mondwechſels, der **ſynodiſche Monat**, länger als jene beyde.

Auch ſind alle Umläufe des Monds an ſich von ungleicher Dauer. Man kan ſie daher, wenn eine allgemeine Beſtimmung verlangt wird, nicht anders, als nach mittlern Größen, angeben. In ſolchen ſetzt **de la Lande** (Aſtron. 1422)

den ſideriſchen Monat	27 Tage	7 St.	43 Min.	11,5069 Sec.
den periodiſchen	- - 27	- 7	- 43	- - 4,6480 - -
den ſynodiſchen	- - 29	- 12	- 44	- - 2,8921 - -

Wenn die Dauer des Sonnenjahrs oder des Umlaufs der Sonne (ſ. **Jahr**) = T, der periodiſche Monat = t geſetzt wird, ſo zeigt die Formel $\frac{Tt}{T-t}$, wie oft Sonne und Mond einander begegnen, oder ſie giebt die Dauer des ſynodiſchen Monats, ſ. **Aſpecten**. Setzt man beyläufig, $T = 365\frac{1}{4}$; $t = 27\frac{1}{3}$ Tag, ſo findet man für den ſynodiſchen Monat $\frac{365\frac{1}{4} \cdot 27\frac{1}{3}}{338} = 29\frac{1}{2}$ Tag.

Die Knoten des Monds rücken mit ziemlicher Geſchwindigkeit der Ordnung der Zeichen entgegen, ſ. **Knoten**. Daher gelangt der Mond ſchon wieder zu ſeinem Knoten, ehe noch von der Zeit an, da er ihn verließ, der periodiſche Monat um iſt. Dies veranlaßt noch einen vierten, den **Drachenmonat** (menſis draconiticus) von 27 Tagen 5 St. 6 Min. 56 Sec. Ein fünfter iſt der **anomaliſtiſche Monat** von 27 Tagen 13 St. 18 Min. 35 Sec., binnen welcher Zeit der Mond zu ſeiner Erdferne oder Erdnähe wiederkehrt. Weil zwölf Mondwechſel faſt die Dauer des Sonnenjahres ausmachen, ſo nennt man auch den zwölften Theil dieſes Jahres, oder den Zeitraum von

30 Tagen 10 St. 29 Min. 4 Sec.

einen Monat, der durch den Namen des **Sonnenmonats**

von den vorigen, den **Mondenmonaten**, unterſchieden wird. Dieſer Sonnenmonat iſt eigentlich die Zeit, welche die Sonne, im Durchſchnitt genommen, in jedem himmliſchen Zeichen verweilet.

Die bisher angezeigten Monate ſind **aſtronomiſche**, und geben wirkliche Dauer himmliſcher Bewegungen bis auf Minuten und Secunden an. Von ihnen unterſcheiden ſich die **bürgerlichen Monate**, welche aus Anzahlen von vollen Tagen beſtehen, die den aſtronomiſcheu Monaten nahe kommen. Nach dem vorigen iſt es am natürlichſten und richtigſten, den Sonnenmonat auf 30 bis 31 Tage, und den Mondenmonat, wobey man auf den Mondwechſel oder ſynodiſchen Umlauf ſieht, auf 29 bis 30 Tage zu ſetzen.

Wenn ſich das Jahr blos nach dem Mondlaufe richten ſoll, ſo können Monate von 29 und von 30 Tagen beſtändig abwechſeln. Von dieſer Art iſt das muhammedaniſche Jahr, ſ. **Jahr**, wobey nur 11mal in jeden 30 Jahren noch ein Tag eingeſchaltet, oder ein Monat von 30 Tagen, ſtatt eines von 29, geſetzt werden darf.

Größer ſind die Schwierigkeiten, wenn man das Jahr nach der Sonne, den Monat aber nach dem Monde einrichten, oder Sonnenjahre aus Mondenmonaten zuſammenſetzen will. Die Griechen bemühten ſich ſehr, dieſe Schwierigkeiten zu überwinden. Sie ließen ebenfalls Monate von 29 und 30 Tagen abwechſeln, ſchalteten aber, um vom Mondlaufe nicht abzuweichen, nie einzelne Tage ſondern immer ganze Monate von 30 Tagen ein. Dies geſchah anfänglich in jeden 8 Jahren 3mal, nachher auf **Metons** und **Euctemons** Vorſchlage in jeden 19 Jahren 7mal. Bey dieſer Einrichtung fallen die Neumonde immer in den Anfang der Monate, auch wird die Nachtgleiche nach 19 Jahren immer wieder auf denſelben Monatstag zurückgebracht: aber in einzelnen Jahren unter dieſen 19 giebt es doch bisweilen ſehr beträchtliche Abweichungen der Nachtgleiche von ihrem gehörigen Monatstage, ſ. **Kalender** (Th. II. S. 715). Endlich haben auch die Juden ein ſolches aus Mondenmonaten zuſammengeſetztes, aber mit dem Sonnenlaufe

combinirtes Jahr, bey welchem die Einſchaltungen noch verwickelter ſind, ſ. Jahr.

Die Römer haben vom Anfange ihrer Zeitrechnung an bürgerliche Sonnenmonate von 30 bis 31 Tagen gebraucht. Numa führte ein Mondenjahr von 355 Tagen ein, in welchem der ungeraden Zahl halber Monate von 29 und von 31 Tagen abwechſelten. Man verband damit, um dem Sonnenlaufe näher zu kommen, die Einſchaltungsart der Griechen, die aber auf ein ſolches Jahr gar nicht paſſend iſt, daher man genöthigt ward, bisweilen dem Schaltmonate nur 22 Tage zu geben. Durch die Freyheit, welche hiebey den Prieſtern überlaſſen war, kam endlich die Zeitrechnung in ſo große Verwirrung, daß Julius Cäſar eine gänzliche Abänderung nöthig fand, bey welcher er den Mondwechſel ganz aus den Augen ſetzte, und alles auf den Lauf der Sonne gründete. Hiebey ward die Einſchaltung ganzer Monate gänzlich aufgehoben, und die Monate erhielten die noch jetzt übliche Anzahl von 31 und 30 Tagen, wobey nur der Februar 28 Tage bekömmt.

Bey dieſer Einrichtung fällt zwar der Eintritt der Sonne in jedes Zeichen der Ekliptik immer faſt auf denſelben Monatstag, ſ. **Ekliptik**; die Neumonde, Viertel und Vollmonde aber ſtehen mit unſern Monaten in keiner unmittelbaren Verbindung; ſie rücken vielmehr durch alle Tage der Monate hindurch und fallen, im Durchſchnitte genommen, im folgenden Monate etwa um einen Tag früher, als im vorhergehenden.

Zu den bürgerlichen Monaten gehört auch noch der **Erleuchtungsmonat**, welcher von der erſten Wiedererſcheinung des Monds nach dem Neumonde bis zur folgenden Wiedererſcheinung gerechnet wird. Dieſes Monats bedienen ſich einige Völker, welche die wahre Dauer des ſynodiſchen Monats nicht zu beſtimmen wiſſen.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtronomie und Chronologie, Göttingen 1781. 8. S. 167. u. 399.

Mond, Luna, *Lune.* Der beſtändige Begleiter oder Nebenplanet der Erde, welcher nicht nur mit den übri-

gen Geſtirnen der täglichen Bewegung zu folgen, ſondern auch in der Zeit eines Monats einen Umlauf um den Himmel von Abend gegen Morgen zu vollenden ſcheint, und während dieſer Zeit bald ſichelförmig, bald oval, bald kreisrund geſehen wird, ſo daß ſich dieſe Abwechſelungen nach ſeinem Stande gegen die Sonne richten, ſ. Mondphaſen. Der Mond rückt unter den Fixſternen ſehr ſchnell, und täglich faſt um 13°, nach der Ordnung der Zeichen fort. Hiebey iſt zwar kein Stillſtand und Rückgang zu bemerken; doch erfolgt dieſe Bewegung ſehr ungleich, bald ſchneller, bald langſamer. Auch geht der Mond nicht in der Ekliptik ſelbſt, ſondern hat bald eine nördliche, bald eine ſüdliche Breite, welche jedoch nie über $5\frac{1}{4}$° ſteigt.

Aus dieſen Wahrnehmungen, die auch dem flüchtigſten Beobachter des Himmels bald in die Augen fallen, hat man ſehr frühzeitig geſchloßen, daß der Mond wirklich um unſere Erdkugel umlaufe, und dieſe Bahn ohngefähr in $27\frac{1}{2}$ Tagen zurücklege, daß aber die Erde nicht genau im Mittelpunkte dieſer Bahn ſtehe, auch die Bahn nicht in der Ebne der Ekliptik liege, ſondern gegen dieſelbe unter einem Winkel von $5\frac{1}{4}$° geneigt ſey.

Man kan zwar nicht läugnen, daß die Erſcheinungen eben dieſelben ſeyn würden, wenn die Erde in eben der Zeit um den Mond liefe. Daß dies wirklich geſchehe, hatte **Jacob Alexander** zur Erklärung der Ebbe und Fluth angenommen, aber Herr **von Mairan** (Mém. de Paris. 1727.) hat dieſen ſeltſamen Einfall umſtändlich widerlegt. Man findet bey genauerer Unterſuchung die Größe des Monds ſo gering, daß es aller Analogie zuwiderlaufen würde, ihn für den Hauptkörper, und die weit größere Erde für ſeinen Nebenplaneten anzunehmen.

Schon die Sonnenfinſterniße zeigen, daß der Mond der Erde, weit näher, als die Sonne, ſey. Da er auch alle Planeten, denen er begegnet, bedeckt, ſo zeigt er ſich überhaupt als das nächſte Geſtirn an der Erde. Wie weit er von uns abſtehe, muß durch Beobachtungen ſeiner Parallaxe gefunden werden, ſ. Parallaxe. Ob nun gleich die Methoden der Alten hierinn ſehr unvollkommen waren,

ſo ſchloß doch ſchon Ptolemäus im Almageſt die Horizontalparallaxe des Monds zwiſchen die Grenzen von 54′ und 1° 41′ ein, welches ſeine Weite von der Erde zwiſchen 64 und 34 Erdhalbmeſſer einſchränkt. Copernicus, Tycho und Kepler ſtellten weitere Unterſuchungen hierüber an. Die neuern Aſtronomen aber haben theils die Methoden, die Parallaxen zu finden, ſehr verbeſſert und vervielfältiget, theils auch genauere Beobachtungen angeſtellt. Beſonders wurden im Jahre 1751 von Herrn de la Caille auf dem Vorgebirge der guten Hofnung, und von Herrn de la Lande zu Berlin übereinſtimmende Beobachtungen zu Beſtimmung der Mondparallaxe gemacht (Mém. ſur la parallaxe de la Lune in den Mém. de Paris. 1752. 1753. 1756.) woraus ſich die gröſte mögliche Horizontalparallaxe des Monds 61′ 32″, die kleinſte 54′ 2″ gefunden hat. Hieraus folgt des Monds gröſte Weite von der Erde 63, 62, die kleinſte 55, 87 Erdhalbmeſſer, daß man alſo die mittlere Weite in runden Zahlen auf 60 Halbmeſſer, d. i. 30 Durchmeſſer der Erde oder 51570 geographiſche Meilen ſetzen, und annehmen kan, daß dreyßig an einander geſetzte Erdkugeln von hier aus den Mond erreichen würden.

Da man der Beſtimmung der Mondparallaxe bis auf 2″ gewiß ſeyn kan, welches von der ganzen mittlern Parallaxe etwa $\frac{1}{1800}$ austrägt, ſo kan man den daraus gefundenen Abſtand des Monds bis auf $\frac{1}{1800}$ von 51570, d. i. bis auf 29 Meilen für zuverläßig halten.

Die Verſchiedenheit der Abſtände des Monds von der Erde hat ihren Grund darinn, daß ſeine Bahn nicht kreisrund, ſondern elliptiſch geſtaltet iſt, und die Erde in dem einen Brennpunkte derſelben liegt. Daher iſt der Mond bey jedem Umlaufe einmal in der Erdferne, einmal in der Erdnähe, ſ. Erdferne, Erdnähe. Die große Axe dieſer elliptiſchen Bahn dreht ſich jährlich um 41° von Abend gegen Morgen, und kömmt alſo in 9 Jahren einmal um den ganzen Himmel herum. Die Eccentricität dieſer Ellipſe beträgt im Mittel 0,055 der halben großen Axe, ſo daß ſich der regelmäßige gröſte Abſtand zum kleinſten, wie 1055 zu 945 oder faſt, wie 19 zu 17 verhalten ſollte. Bey den

großen Ungleichheiten des Mondlaufs aber iſt die Eccentricität ſelbſt veränderlich, und daher das Verhältniß des gröſten und kleinſten möglichen Abſtandes faſt, wie 9 zu 8.

Die Neigung der Mondbahn gegen die Fläche der Ekliptik ändert ſich von 5° 1′ bis 5° 17′. Die Punkte, in welchen ſich beyde Ebnen durchſchneiden, oder die **Knoten** des Monds, ſ. **Knoten**, rücken jährlich um 19° von Morgen gegen Abend, oder der Ordnung der Zeichen entgegen. Die Neigung der Bahn iſt am gröſten, wenn die Sonne in der Gegend der Mondsknoten ſelbſt ſteht, am kleinſten, wenn ſie 90° von den Knoten entfernt iſt. Aus dieſen Veränderungen der Apſidenlinie und der Knotenlinie des Monds folgt, daß die Stellen ſeines geſchwindeſten und langſamſten Fortrückens, ingleichen ſeiner Durchgänge durch die Ekliptik, von Zeit zu Zeit in ganz andere Gegenden des Thierkreiſes fallen müſſen. Ueberhaupt wird aus dem bisherigen ſchon erhellen, daß der Mondlauf äußerſt beträchtlichen Ungleichheiten unterworfen iſt, welche gröſtentheils von der ſtarken Einwirkung der Sonne auf dieſen Körper herrühren, deren Folgen bey ſeinem ſo ſehr geringen Abſtande von uns ungemein ſtark in die Augen fallen.

Dieſe Ungleichheiten haben die genaue Beſtimmung des Mondlaufs von je her ungemein erſchweret. Schon **Plinius** (H. N. L. II. c. 9.) beklagt ſich, daß man den Lauf des nächſten Geſtirns am wenigſten kenne, und die alten Aſtronomen waren genöthigt, zu Erklärung und Beſtimmung dieſer Ungleichheiten zween Epicykel übereinander zu ſetzen, ſ. **Epicykel**. **Tycho** fand aber noch mehrere Ungleichheiten im Mondlaufe, als ſelbſt die Alten gekannt hatten, und die Anzahl derſelben ſtieg immer höher, je mehr die Werkzeuge verbeſſert und die Beobachtungen vervielfältiget wurden. Daher waren auch die aſtronomiſchen Tafeln für keinen Himmelskörper ſo ſehr, und auf ſo mannigfaltige Art unrichtig, als für den Mond. **Newton** gab endlich durch das Syſtem der allgemeinen Schwere den Leitfaden an, der aus dieſem Labyrinthe führen konnte. Er erklärte (Princip. L. III. prop. 34. 35 ſq.) einige der vornehmſten Störungen, welche der Umlauf des Monds um die Er-

de leidet, ſehr glücklich aus der ſtarken Gravitation dieſes Weltkörpers gegen die Sonne, bey ſeinen verſchiedenen Stellungen gegen dieſelbe und gegen die Erde, ſ. Perturbationen. Gregory (Aſtr. geometr. et phyſ. elem. p. 322.) gab aus dieſer newtoniſchen Theorie zuerſt Data zu Mondstafeln, welche nach ſeiner Angabe nie über 2 Min. vom wahren Laufe abweichen ſollten. Halley gründete ſeine im Jahre 1749 erſchienenen Tafeln, ſoviel den Mond betraf, ebenfalls auf dieſe Sätze, muſte aber doch geſtehen, daß ſie ſich nach ſeinen zu Greenwich angeſtellten Beobachtungen bisweilen auf 7 — 8 Min. vom wahren Laufe entfernten. Aehnliche Mondstafeln hat auch Euler (Opuſc. var. arg. Berol. 1746. 4. Theoria motus lunae Petrop. 1753. 4 maj.) berechnet, und dabey die geſchmeidigſten analytiſchen Formeln für die Ausdrücke der Ungleichheiten des Mondlaufs angegeben.

Endlich überwand der große göttingiſche Aſtronom Tobias Mayer alle bisherigen Schwierigkeiten, und verfertigte die vortreflichen Mondstafeln, nach welchen man durch 13 verſchiedene Reductionen oder Gleichungen den wahren Ort des Monds für jeden Zeitpunkt bis auf eine 1 Min. richtig beſtimmen kan. Dieſe Tafeln erſchienen zuerſt im Jahre 1755 im zweyten Bande der göttingiſchen Commentarien. Nachdem man ſie in England durch mannigfaltige Proben bewährt gefunden hatte, erhielten die Erben ihres Urhebers einen Theil des Preißes, der auf die Erfindung der Länge zur See geſetzt war. Sie ſind ſeitdem von de la Lande (Connoiſſance des mouv. cel. 1761), P. Hell (Tabulae lunares *Tob. Mayeri.* Vindob. 1763. 8maj. iuxta edit. Londin. 1770. Vindob. 1771.), und in der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (II. Band, S. 1 u. f.) herausgegeben worden, und über die vom Verfaſſer zwar nach England eingeſendete, aber nicht öffentlich bekannt gewordene Methode ihrer Berechnung hat Lambert (Zergliederung und Anwendung der mayeriſchen Mondstafeln in den Beytr. zum Gebr. der Math. II. Band, Berlin, 1770. Num. XII.) ſehr ſcharfſinnige Unterſuchungen angeſtellt.

Der Mond durchläuft ſeine Bahn, im Durchſchnitt genommen, in einer Zeit von 27 Tagen 7 St. 43 Min. 5 Sec., und legt alſo, der mittlern Bewegung nach, täglich 13° 10′ 35″ des Kreiſes zurück. Nimmt man hiezu die Größe dieſes Kreiſes, ſo läſt ſich berechnen, daß er in 1 Zeitſecunde in der Erdferne 3132 pariſer Fuß durchlaufe.

Aus den Flecken des Monds, ſ. **Mondflecken**, ſieht man, daß er der Erdkugel beſtändig eine und ebendieſelbe Seite zeigt. Unerfahrne ſchließen hieraus, er drehe ſich nicht um ſeine Axe. Sie ſind um ſo mehr zu entſchuldigen, da ſelbſt **Wolf** (Anfangsgr. d. Aſtr. Halle 1716. 8. §. 314.) ſo geſchloßen hat. Man findet aber den Fehlſchluß bald, wenn man überlegt, daß z. B. eine um einen Baum herumgehende Perſon, die ſtets das Geſicht gegen den Baum kehret, daſſelbe während jeden Umgangs nach und nach gegen alle Weltgegenden kehren, und alſo bey jedem Herumgehen auch ſich ſelbſt einmal umdrehen muß. Daß wir immer einerley Seite des Monds ſehen, beweißt alſo vielmehr eine **wirkliche Umdrehung** deſſelben, die aber in eben der Zeit erfolgt, in der er um die Erde läuft, und deren Axe auf der Ebne ſeiner Bahn faſt lothrecht ſteht. Die Urſache, welche beym Monde dieſe Umdrehungszeit der Umlaufszeit gerade gleich macht, kan wohl ſchwerlich zufällig ſeyn. Galilei gab ſchon als einen Grund das an, daß die gegen uns gekehrte Seite eine natürliche Beziehung oder Neigung gegen die Erde habe; welches **Newton** weit richtiger ſo ausdrückt: die dieſſeitige Halbkugel des Monds gravitire wegen der größern Nähe ſtärker gegen die Erde und nehme dadurch nach dieſer Richtung eine länglichere Geſtalt an. Uebrigens geht dieſe Umdrehung, aus dem Mittelpunkte des Monds betrachtet, wie alle Umwälzungen im Sonnenſyſtem, nach der Ordnung der Zeichen.

Dennoch hat ſchon Galilei bey der erſten Betrachtung des Monds durch Fernröhre entdeckt, daß ſich ſeine der Erde zugewendete Halbkugel periodiſch ein wenig verrückt, indem die mitten auf ihr ſtehenden Flecken bald nach der einen bald nach der andern Seite, bald nord- bald ſüdwärts treten. Man nennt dieſe kleine Bewegung der Fle-

cken das Schwanken, Wanken, oder die Libration des Monds. Sie iſt von Hevel (De motu lunae libratorio ad Ricciol. Ged. 1654. fol.) und unter allen am beſten von Mayer (Abhdl. über die Umwälzung des Monds um ſeine Axe und die ſcheinbare Bewegung der Mondsflecken, in den Koſmograph. Nachrichten und Saml. 1748. S. 52.) unterſucht worden. Sie beſteht aus einem Schwanken in der Länge, welches den Ort der Flecken nach Oſten und Weſten zu, und einem in der Breite, welches ihn nach Süden und Norden zu ändert. Jenes geht bis auf 8° dieſes bis auf 6$\frac{3}{4}$° eines gröſten Kreiſes der Mondkugel. Beyder Urſache iſt auch leicht zu finden. Das Schwanken in der Länge kömmt daher, weil die Umwälzung des Monds um die Axe mit gleichförmiger, ſein Umlauf um die Erde aber mit ungleichförmiger Bewegung geſchieht, daher z. B. der Flecken, der in der Erdnähe im Mittel ſtand, wenn der Mond durch 90° fortgegangen iſt, wegen des geſchwinden Mondlaufs noch nicht völlig um ein Viertel des Kreiſes umgedreht, und alſo ein wenig hinter der Mitte der Mondſcheibe zurückgeblieben iſt. Das Schwanken in der Breite erfolgt daher, weil die Axe der Umdrehung mit der Ekliptik einen Winkel von 88° 31′ macht, und ſich gegen die Punkte wendet, welche von dem mittlern Orte der Mondknoten um 90° abſtehen, da hingegen die Mondbahn ſelbſt ihren Winkel mit der Ekliptik ändert, daher uns auf der Mondſcheibe, die wir bald von Norden, bald von Süden her, betrachten, bisweilen der Nordpol, bisweilen der Südpol, ſichtbar ſeyn muß.

Der ſcheinbare Durchmeſſer des Monds beträgt im Mittel genommen, in der Erdferne 29′ 32″, in der Erdnähe 32′ 58″. In der letztern iſt zugleich ſeine Horizontalparallaxe 1° 0′ 29″, d. h. der Halbmeſſer der Erde wird aus dem Monde unter einem Winkel von 1° 0′ 29″, mithin ihr Durchmeſſer unter 2° 0′ 58″ geſehen. Weil ſich nun für einerley Augenblick die ſcheinbaren Durchmeſſer, der Erde aus dem Monde, und des Monds aus der Erde geſehen, wie die wahren Durchmeſſer verhalten müſſen, ſo findet man

die leztern im Verhältniße $2^{\circ}\ 0'\ 58'' : 32'\ 58'' = 7258'' : 1978''$ $= 1 : 0{,}2726$ oder $= 11 : 3$.

Mithin iſt des Monds wahrer Durchmeſſer = 0,2726 oder $\frac{3}{11}$ des Erddurchmeſſers, und die Erde iſt

im Durchmeſſer $3\frac{2}{3}$mal,
an Oberfläche 14mal,
an körperlichem Raume 50mal

größer, als der Mond. Sezt man den Erddurchmeſſer = 1719 geographiſche Meilen, ſo findet ſich hieraus der Durchmeſſer des Monds = 468,6 ſolcher Meilen.

Man findet durch Berechnungen der Ebbe und Fluth, daß das Meerwaſſer nur etwa $2\frac{1}{2}$ – 3mal (nach **Newton** $4\frac{1}{2}$mal, nach **Joh. Bernoulli** $2\frac{1}{2}$mal) ſtärker gegen den Mond gehoben werde, als gegen die Sonne, obgleich die Sonne auf 400mal weiter von dem Meere entfernt iſt, als der Mond. Nun lehrt die phyſiſche Aſtronomie, daß ſich eine perturbirende Centralkraft, in ſchiefen Richtungen zerlegt, umgekehrt, wie der Würfel ihrer Entfernung verhalte. Es würde alſo die Gravitation des Waſſers gegen den Mond, wenn er an der Stelle der Sonne ſtünde, nur $\frac{2\frac{1}{2}}{400^3}$ oder $\frac{1}{25600000}$ von der Gravitation gegen die Sonne ſeyn. Man ſchließt hieraus, wie beym Worte **Gravitation** erklärt worden, daß der Mond 25600000mal weniger Maſſe habe, als die Sonne. Weil nun die Maſſe der Erde nur 365412mal weniger beträgt, als die der Sonne, ſ. **Sonne**, ſo ſcheint die Erde 70 — 71mal mehr Maſſe zu haben, als der Mond. Dieſer Rechnung nach wäre des Monds Dichte nur $\frac{1}{71} : \frac{1}{50}$ oder $\frac{50}{71} = \frac{7}{10}$ von der Dichte der Erde, und die ſchweren Körper fielen auf ſeiner Oberfläche in einer Secunde durch $\frac{15}{71} : (\frac{3}{11})^2 = 2{,}83$ Fuß.

Die Lichtabwechſelungen des Monds, ſ. **Mondphaſen**, zeigen ſehr deutlich, daß er für ſich ein dunkler Körper ſey, und ſein Licht blos von der Sonne erhalte. Eben dies wird auch durch die Sonnen- und Mondfinſterniße, ſ. **Finſterniße**, beſtätiget. Die auf der Mondſcheibe ſicht-

baren Flecken, ſ. **Mondflecken**, beweiſen eben ſo deutlich, daß es auf ſeiner Oberfläche anſehnliche Erhöhungen und Vertiefungen gebe, die man ohne Bedenken Berge und Thäler nennen kan, auch daß dieſe Oberfläche aus Materien beſtehe, die das Licht auf verſchiedene Art zurückwerfen. Nimmt man hiezu ſeine beträchtliche Größe, ſeine Umdrehung um die Axe u. ſ. w., ſo findet man in ihm einen der Erdkugel ſelbſt ſehr ähnlichen Körper.

Dieſe Aehnlichkeit des Monds mit der Erde haben ſchon unter den alten Weltweiſen **Anaxagoras** (Macrob. Somn. Scip. I. 11.), **Xenophanes** (Cic. Acad. quaeſt. IV. 39.) u. a. erkannt. **Plutarch** hatte ihre Meinungen in einer eignen Schrift über die Geſtalt der Mondſcheibe (De facie in orbe lunae) geſammlet, aus welcher in **Lucians** ſpottendem Dialog De vera hiſtoria Fragmente vorkommen. Vorzüglich ſollen nach **Plutarch** (De placitis philoſ. II. 30.) die Pythagoräer den Mond für bewohnt, und mit Thieren und Pflanzen beſetzt gehalten haben. Mehr ſolcher Meinungen der Alten findet man beym **Fabricius** (Bibl. graeca To. I. c. 20) und **Hevel** (Selenographia p. 109. ſq.), welcher letztere den Bewohnern des Monds den Namen der **Seleniten** beylegt. Unter den Neuern haben die Aehnlichkeit des Monds mit der Erde und die Wahrſcheinlichkeit ſeiner Bevölkerung mit denkenden und empfindenden Weſen vornehmlich **Huygens** (Coſmotheorus ſ. de terris coeleſtibus, Hag. Com. 1698. 4.) und **von Fontenelle** (Entretiens ſur la pluralité des mondes. Paris, 1686. 12. Geſpräche über die Mehrheit der Welten, mit Anm. und Kupfert. v. **J. E. Bode**. Berlin, 1780. 8.) behauptet. **Huygens** ſetzt in den Mond „animalia, quae ratione utuntur", **Fontenelle** „*des habitans, qui ne ſont point du tout des hommes*" mit folgender ſehr vorſichtigen Bemerkung: „*Quand on vous dit, que la lune eſt habitée, vous y repréſentez auſſitôt des hommes faits comme nous; et puis, ſi vous êtes un peu Theologiens, vous voilà pleins de difficultés!*"

Man muß ſich hüten, die Aehnlichkeit des Monds mit der Erde ſo ſehr zu übertreiben, als etwa **Wilkins** (A diſ-

course of a new World. 1638 und Diſc. concerning a new planet. 1640. zuſammen verdeutſcht von **Doppelmayr**: Vertheidigter Copernicus, Leipz. 1713. 4.) und der Freyherr von **Wolf**, in ſeinen Anfangsgründen der Aſtronomie, gethan haben. Der letztere nimmt die dunkeln Flecken der Mondſcheibe geradehin für Meere, und um den Mond eine Atmoſphäre an, und findet auf ihm Inſeln, Klippen, Vorgebirge, Dünſte, Regen, Schnee, Thau, Pflanzen, Bäume, Thiere und Menſchen: kurz alles eben ſo, wie es auf unſerm Erdboden iſt. Daß aber das Daſeyn der Meere und der Luft im Monde noch ſehr zweifelhaft ſey, wird bey den Worten: **Mondflecken** und **Atmoſphäre des Monds** gezeigt. Ueberdies macht die Anordnung der Berge, welche im Monde mehr in Rundungen liegen, da ſie ſich auf der Erdfläche in langen Reihen ſtrecken, einen ganz andern Bau der Mondskugel und eine andere Oekonomie der Natur, als bey uns, wahrſcheinlich. Wer wollte auch den Schöpfer darauf einſchränken, überall nur immer eben dieſelben Arten der Miſchung und Zuſammenſetzung der Körper gebraucht zu haben? Iſt es nicht ſeiner Größe anſtändiger, zu glauben, er habe den Zweck, glückliche Geſchöpfe hervorzubringen, durch unendlich mannigfaltige Mittel zu erreichen gewußt? Mir iſt es daher ſehr wahrſcheinlich, daß die Naturgeſchichte des Monds eine ganz andere, als die unſrige, ſey, und daß, wie **Caſſini** (Elemens de l'aſtron. p. 255.) vermuthet, ſelbſt die Grundſtoffe, woraus der Mond beſteht, von denen unterſchieden ſind, welche die Erde bilden.

Bey der Sonnenfinſterniß am 21. May 1706, welche in der Oberlauſitz total erſchien, ſahe **Liefmann**, ein Arzt zu Budiſſin, nebſt andern Zuſchauern, in der dunkeln vor der Sonne ſtehenden Mondſcheibe drey blitzende Stellen, und ſchloß daraus, daß der Mond **durchlöchert** ſey (Breslauiſche Miſcellanea vom J. 1706. auch **Lichtenberg** Magazin für das Neuſte a. der Phyſ. II B. 1 St. S. 189.). Etwas ähnliches ſcheinen **Halley** (Phil. Trans. no. 343.) und **Louville** bey der Sonnenfinſterniß am 3. May 1715 geſehen zu haben. Sie erklärten es für Blitze in der Mond-

luft. Die merkwürdigſte Beobachtung dieſer Art machte Don Anton Ulloa (Philoſ. Trans. Vol. LXIX. P. I. no. 11.) bey der Finſterniß am 24. Jun. 1778, die er auf dem Schiffe zwiſchen Cap. St. Vincent und Tercera, total mit Dauer ſahe. Ungefähr $1\frac{1}{4}$ Min. vor dem Austritte des Sonnenrands aus der gänzlichen Verfinſterung ward er nebſt ſeinen Gefährten einen kleinen hellen Punkt auf der dunkeln Mondſcheibe gewahr, der einem Sterne vierter Größe gleich ſchien, und an Licht zunahm. Als er etwa ſo groß, wie ein Stern der zweyten Größe geworden war, trat der Sonnenrand hervor. Der Punkt ſahe röthlich aus, und befand ſich am nordweſtlichen Rande der Mondſcheibe, ein wenig nordwärts von der Stelle, an welcher die Emerſion erfolgte. Die übrigen Beobachter ſahen ihn ebenfalls, und durch andere Fernröhre. Don Ulloa iſt ſehr geneigt zu glauben, daß an dieſer Stelle ein Loch durch den Mond gehe, und das Wachſen des Lichts von dem dahinter weggehenden Sonnenrande hergerührt habe. Man könnte aber auch dieſes ſeltene Phänomen zu den hellen Punkten rechnen, welche neuerlich auf der Mondſcheibe entdeckt worden ſind, und für Vulkane gehalten werden, ſ. Mondflecken. Die röthliche Farbe deſſelben ſcheint dieſer Vermuthung nicht entgegen zu ſeyn.

Mit mehr Zuverläßigkeit läſt ſich beſtimmen, wie einem im Monde befindlichen Auge der Himmel mit den übrigen Weltkörpern erſcheinen müſſe. Die Sonne erſcheint den Seleniten eben ſo groß, als uns, und giebt ihnen durch ihren Auf- und Untergang Tag und Nacht, deren Zeitraum aber $29\frac{1}{2}$mal länger, als bey uns, dauert. Die Fixſterne vollenden ihren Umlauf um den Himmel in einer Zeit, welche $27\frac{1}{3}$ von unſern Tagen gleich iſt. Die Erde erſcheint nur der einen Helfte des Monds, als eine helle Scheibe von 2° Durchmeſſer, ſteht aber faſt unbeweglich am Himmel, und verrückt ihre Stelle nur wegen des Schwankens um 6 — 8 Grade. Die feſten Länder und Inſeln der Erde erſcheinen auf dieſer Scheibe, als dunkle Flecken, und man bemerkt ihre 24ſtündige Umwälzung um die Erdpole. Dieſe Erdſcheibe zeigt auch alle die Lichtabwechſelungen, die

wir am Monde ſehen. Sie iſt dunkel (Noviterrium), wenn ſie bey der Sonne ſteht, zur Helfte erleuchtet, wenn ſie 90° von der letztern entfernt iſt, voll (Pleniterrium), wenn ſie der Sonne gegenüber geſehen wird. Sie verurſachet Sonnenfinſterniße, und leidet durch den Mondſchatten Erdfinſterniße. Die übrigen Planeten erſcheinen faſt eben ſo, wie bey uns, nur werden ſie von der Erde öfter, als bey uns vom Monde, bedeckt. Die genauere Beſtimmung dieſer Phänomene macht einen Theil der **vergleichenden Aſtronomie** (Aſtronomia comparativa) aus, welche von **Fontenelle**, **Gregory** (Elem. Aſtr. geometr. et phyſ. Lib. VI.) und **Haupt** (Inſtit. aſtron. ſphaericae, theoricae et comparativae. Lemgov. 1743. 8.), und für den Mond insbeſondere von **Kepler** (Somnium de aſtronomia lunari, Opus poſth. acc. Plutarchi lib. de facie in orbe lunae. Frf. 1634. 4.) und **Hevel** (Selenographia p. 294 ſq.) umſtändlicher vorgetragen wird.

Die Aſtronomen bezeichnen den Mond mit ☾.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde ꝛc. Berlin, 1778. 1 Band, §. 368 u. f. 418 u. f.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtronomie. Göttingen, 1781. 8. an mehreren Stellen.

de la Lande Aſtronomiſches Handbuch. Leipz. 1775. gr. 8. S. 643. 686.

Monden der Planeten, ſ. Nebenplaneten.

Mondenjahr, ſ. Jahr.

Mondfinſterniße, ſ. Finſterniße.

Mondflecken, Maculae lunares, *Taches de la lune.* Die dunkeln Theile der Mondſcheibe, welche das empfangene Sonnenlicht nicht ſo ſtark, als die übrigen, zurückwerfen. Schon mit bloßen Augen ſieht man deren einige ſehr große: durchs Fernrohr aber erſcheinen weit mehrere, hauptſächlich viele kleine einzelne, welche einen hellern oder dunklern Grund zeigen, nnd wie mit einem Walle eingefaßt ſind. An manchen ſieht man ſehr deutlich, daß dieſe Einfaſſung erhöht iſt, der innere Grund aber aus einer Vertiefung beſteht.

Die größern dunkeln Flecken des Monds ſtellen ſich, wenn ſie von der Grenzlinie der Erleuchtung durchſchnitten werden, allezeit glatt, und ohne hervorragende Theile dar. Sie ſcheinen alſo **Ebnen** zu ſeyn, deren Materie das Sonnenlicht nicht ſo ſtark zurückwirſt, ſondern mehr in ſich nimmt oder durchläßt. Es war natürlich, bey einer durchſichtigen Materie mit ebner Oberfläche an **Waſſer** zu denken, und ſo dieſe Flecken für **Meere** im Monde zu halten. Dafür nehmen ſie auch **Hevel** und **Riccioli** wirklich an, und legen ihnen Namen von Meeren bey. Allein da es auch feſte Materien giebt, die bey gleicher Beleuchtung dunkler, als andere ausſehen, ſo iſt dieſer Schluß nicht völlig ſicher, ſo allgemein man ihn ſonſt auch annahm. **Huygens** (Coſmotheor. L. II. ed. Hag. 1698. 4. p. 114.) hat mit größern Fernröhren Vertiefungen in dieſen Flecken wahrgenommen (cavitates exiguas rotundas, umbris intus cadentibus, quod maris ſuperficiei convenire nequit), und läugnet daher die Meere im Monde gänzlich. Auch müſten aus ſo viel Waſſer, das 14 Tage lang von der Sonne beſchienen wird, häufige Dünſte aufſteigen, und den Mond trüb machen, wovon man doch nichts bemerkt. Dieſe Flecken ſcheinen alſo zwar größtentheils Ebnen, aber nicht Meere zu ſeyn, ob man ihnen gleich die einmal angenommenen Namen der Meere laſſen muß.

In den hellern Theilen der Mondſcheibe zeigt ſich die Grenzlinie der Erleuchtung durch Fernröhre allezeit höckricht und auf verſchiedene Art gebogen. Dies zeigt offenbar **Unebenheit** oder Höhen und Tiefen, Berge und Thäler, an, dergleichen durch gute Fernröhre auch auſſerhalb der Erleuchtungsgrenze häufig in die Augen fallen. **Bianchini** (Heſperi et Phoſphori nova phaenomena. Romae, 1728. fol. p. 6.) bildet eine durch lange Fernröhre betrachtete Gegend der Mondſcheibe ab, auf die man nur einen Blick werfen darf, um anſehnliche Höhen und Tiefen darinn zu erkennen. Ueberdies erſcheinen neben der Grenzlinie der Erleuchtung häufige helle Puncte, die eigentlich noch in dem unerleuchteten Theile der Mondkugel liegen, und nichts anders ſeyn können, als hohe Spitzen, welche die Sonne

ſchon erleuchtet, indem die umliegenden tiefern Gegenden noch im Dunkeln liegen.

Sehr viele im hellen Theile einzeln zerſtreute Flecken haben eine runde oder längliche Geſtalt, wie C, D, E, Taf. XVII. Fig. 56., und ſcheinen Vertiefungen mit einem Wall umgeben, oder Thäler zwiſchen Rundungen von Bergen zu ſeyn. Wenn die Sonne von A her ſcheint, ſo fallen die Schatten der Wälle, wie bey C, nach der rechten; wenn ſie aber gegen B ſteht, wie bey D, nach der linken Hand. Im Vollmonde, wenn die Sonnenſtralen ſenkrecht auf die Mitte der Mondſcheibe fallen, verſchwinden dieſe Schatten gänzlich, und die Flecken bilden ein dunkles undeutlich begrenztes Oval, wie E. Ueberhaupt wirft jede Erhöhung auf der Mondfläche, wenn die Sonne zur Seite ſteht, oder im zu- und abnehmenden Mond, einen Schatten der Sonne gegenüber, der im Vollmonde verſchwindet. Dies vollendet die Ueberzeugung von der Wirklichkeit der Erhöhungen, und macht zugleich, daß die Mondflecken im Vollmonde ganz anders, als in den übrigen Phaſen, ausſehen. Der Vollmond zeigt nur die beſtändigen Flecken, da man in den übrigen Phaſen auch veränderliche, oder Schatten, wahrnimmt.

Dieſe rauhe Beſchaffenheit der Mondfläche iſt die Urſache, daß uns dieſelbe ſo ſtark leuchtet, wie ſchon Plutarch (De facie in orbe lunae) angiebt. Nemlich jede Stelle von ihr ſendet Licht nach ſehr vielerley Seiten zurück. Hätte der Mond eine vollkommen glatte Fläche, ſo würde ſich die Sonne auf ihm, wie in einem erhabnen Kugelſpiegel, abbilden, und ihr Bild würde nach Käſtners Berechnung (Nov. Comm. Soc. Gotting. 1777. p. 114.) auf dem Vollmonde nur eine ſcheinbare Größe von etwa 4 Secunden haben.

Die Höhen der Mondberge müſſen bey einigen derſelben ſehr beträchtlich ſeyn. Hevel (Selenogr. c. 8. p. 266.) hat gefunden, daß die Spitze eines Berges ſchon erleuchtet ward, als ſie im Mondsviertel noch um $\frac{1}{11}$ des Mondhalbmeſſers von der Grenze der Erleuchtung abſtand. Nun ſey Taf. XVII. Fig. 57. dieſe Spitze D, die Sonne in S, SD

der Sonnenſtral, welcher an der Erleuchtungsgrenze AB die Mondkugel berührt, und die Spitze D trift; ſo iſt AD nach der Beobachtung = $\frac{1}{13}$. AC = 0,07692 AC. Dies iſt die Tangente von ACD, der nach den Tafeln die Secante CD = 1,00295. AC zugehört. Zieht man hievon CE = AC ab, ſo bleibt ED die Höhe des Berges = 0,00295. AC, oder (weil AC nach dem Art. **Mond** = 234 Meilen) = 0,00295. 234, = 0,69 d. i. etwas über $\frac{2}{3}$ einer geographiſchen Meile übrig. Dies beträgt 2629 Toiſen für die Höhe eines Mondbergs, da der Pichincha, einer der höchſten Berge der Erde, nur 2430 Toiſen hat.

Hevel (Selenographia. Dantiſci, 1647. fol.) und **Riccioli** (Almageſtum novum. Bonon. 1651. fol.) haben den vornehmſten Mondflecken Namen beygelegt, die jener von den Meeren, Ländern und Bergen der Erde, dieſer von den Namen der berühmteſten Aſtronomen und Phyſiker entlehnte. Dieſe letztern ſind in der heutigen Sternkunde allgemein angenommen. Nomenclaturen, worinn beyderley Benennungen verglichen ſind, liefern **Roſt** (Aſtronom. Handbuch, Nürnb. 1718. 4. III. Th. 12 Cap.) und **P. Hell** (Ephemerid. Vienn. bey Erklärung der beygefügten Mondkarte). Von den Abbildungen der Mondflecken handlet der Art. **Mondkarten**.

Die Anordnung der Berge im Monde verräth einen beſondern Bau der Mondsfläche, da die Berge nicht in geſtreckten Reihen, wie auf der Erde, ſondern in Rundungen liegen, welche große Thäler umſchließen. Schwerlich kan dies ein Werk des bloßen Zufalls ſeyn. Zween ſcharfſinnige Naturforſcher, Herr **Lichtenberg** in Göttingen (Göttingiſches Magazin von Lichtenberg und Forſter. 1781. erſtes Stück) und **Aepinus** in Petersburg (ſ. Lichtenbergs Mag. für das Neuſte aus d. Phyſ. I B. 4 St. S. 155.) kamen zu gleicher Zeit auf den Gedanken, daß die meiſten Mondberge vulkaniſchen Urſprungs ſeyn möchten, und daß bey Bildung der Mondsfläche das Feuer vielleicht das vornehmſte Werkzeug geweſen ſey, welches mit dem vermutheten Mangel der Meere und des Waſſers im Monde ſehr wohl übereinſtimmt. Aepinus ward auf dieſen Gedanken

durch eine Vergleichung der Mondkarten mit den Abbildungen der Vulkane in Hamiltons Campis phlegraeis geleitet. Er zeigt hauptſächlich die Aehnlichkeit der drey merkwürdigen Flecken, welche nach Riccioli Tycho, Copernicus und Kepler heiſſen, mit großen Cratern ausgebrannter Vulkane, aus welchen ſich Lavaſtröme nach allen Seiten ergoſſen haben. Er hält die einzelnen mit Wällen umgebnen Flecken ſämtlich für große runde Craters, welche ſich nach ihrem Erlöſchen durch Platformen oder Baſſins geſchloßen haben, und erklärt die ovale Geſtalt ſehr richtig aus ihrer Lage auf der Mondskugel, nach welcher ſie ſich dem Auge ſchief und verkürzt darſtellen.

Am 4. May 1783 entdeckte Herr Herſchel durch ſein vortrefliches Teleſkop im dunkeln Theile des Monds einen leuchtenden Punkt, den er für einen noch wirklich brennenden Vulkan erkannte. Vierzehn Tage darauf ſahe er an eben der Stelle, innerhalb des Berges, den Hevel Porphyrites, Riccioli Ariſtarchus nennt, zween kleine kegelförmige Berge nahe an einem dritten, den er vorher ſchon beobachtet hatte, und rund um dieſelben glaubte er Erſcheinungen wahrzunehmen, welche Lavaflüſſen ähnlich waren. Herr Bode, der dies im Jahrbuche für 1788 erzählt, fügt hinzu, ſchon am 16. März 1783 habe ein ungenannter Beobachter mit einem 5füßigen Fernrohr Funken am hellen öſtlichen Mondrande entdeckt, welche wie Sterne 6ter oder 7der Größe hinter der erleuchteten Scheibe ſchnell und in gerader Richtung empor ſchoſſen, und in einem gegen Oſten geneigten Bogen wieder auf den Mond herabfielen. Am 19. April 1787 ſahe Herr Herſchel zur Zeit des neuen Mondlichts in eben der Gegend drey helle Punkte, die er auch beym folgenden Mondwechſel am 18. May wiederfand: er ſchäzte den Crater des einen auf 6 engliſche Meilen im Umfange. Am 19. und 20. May ward dies auch vom Hrn. Grafen von Brühl zu London durch eigne Beobachtung beſtätiget; das Phänomen zeigte ſich wie röthliche Punkte einer glühenden Kohle. Nach einer Nachricht des Herrn de la Lande (Journal de Paris, 1788. no. 79.) hat Herr Nouet am 13. May 1788 auf der königlichen

Sternwarte einen leuchtenden Punkt wie einen Stern der 6ten Größe geſehen, und andern Aſtronomen durch andere Fernröhre gezeigt. Die Stelle iſt nach dieſer Angabe am nordöſtlichen Theile des Monds und ſteht um $\frac{1}{10}$ des ſcheinbaren Monddurchmeſſers vom Mondrande ab, gegen den Flecken zu, der unter dem Namen Helikon bekannt iſt, und beym Hevel Insula erroris heißt. Am 9. und 10. April 1788 ſahe Herr von Zach in Gotha eben daſſelbe Phänomen auf der dunkeln Mondſcheibe, wie einen röthlich ſchimmernden etwas länglichen Punkt, etwa 5″ im Durchmeſſer, von der Farbe, die der Planet Mars dem bloßen Auge zeigt: und an eben dieſen Tagen hat es auch Herr Bode (ſ. Allgem. Litteratur-Zeit. v. 1788. Num. 117.) in Berlin wahrgenommen. Herr Oberamtmann Schröter in Lilienthal (ſ. Götting. gel. Anz. 1788, 72ſtes St.) fand an eben dem 9. April einen neuen kleinen Lichtfleck nahe beym Ariſtarch, der mit Ariſtarchs lichtem Kern und dem Grimaldi einen ſehr ſtumpfen Winkel machte. Sein Licht war nebelartig, glimmend, nicht röthlich, ſondern weißlich matt und kaum halb ſo lebhaft, als das Licht des Ariſtarchs; doch blinkte darinn zuweilen ein äuſſerſt feines helleres Lichtpünktchen. Auch Herr Fiſcher zu Manheim ſahe am 11. Jänner 1788 einen neuen Lichtfleck in der Gegend des Plato, den aber Herr Schröter im April nicht finden konnte. Noch mehr Veränderungen auf der Mondfläche, die Herſchel beobachtet hat, werden im berl. aſtronomiſchen Jahrbuche für 1789 angezeigt.

Ob dieſe hellen Punkte, die nach dem Zeugniße ſo vieler glaubwürdigen Beobachter unläugbar auf der dunkeln Mondſcheibe erſcheinen, und ihr Licht verändern, wirklich brennende Vulkane ſind, kan wohl noch nicht entſchieden werden. Daß es deren mehrere giebt, zeigt die Verſchiedenheit der Stellen des Ariſtarchs und des Helikon, ob gleich dieſelben nicht ſehr weit aus einander liegen. Daß der Ariſtarch oder Porphyrites eine röthliche Farbe habe, bemerkt ſchon Hevel (Selenogr. p. 353. ſq.) und vermuthet ſogar, daß die Gegend vulkaniſch ſeyn möge. Einen beſondern Lichtſtreif im Plato hat auch Bianchini (Heſp. et

phoſph. nova phaen. p. 6.) wahrgenommen. Uebrigens laſſen ſich vielleicht aus dieſen hellen Punkten auch die Erſcheinungen erklären, welche Liefmann, Halley, Louville und Ulloa bey Sonnenfinſternißen wahrgenommen, und theils für Blitze, theils für Löcher im Monde gehalten haben, ſ. **Mond**. Hoffentlich werden wir durch die neuern ſo vortreflichen Teleſkope bald mehr Aufklärung über dieſe noch dunkeln Gegenſtände erhalten.

Hevelii Selenographia. Dantiſci, 1647. fol.
Bode kurzgefaßte Erl. der Sternkunde, I Theil §. 420 u. f.
Lichtenbergs Magazin für das Neuſte aus der Phyſik und Naturgeſch. III—V Band, an mehrern Stellen.

Mondkarten, Tabulae ſelenographicae, *Tables ſelénographiques*. Abbildungen der Mondſcheibe mit ihren Flecken. Die Flecken werden entweder ſo vorgeſtellt, wie ſie ſich im Vollmonde zeigen, d. i. ohne Schatten, oder ſo, wie man einen jeden in den Phaſen ſieht, wenn er an der Erleuchtungsgrenze ſteht.

Galilei fügte ſchon 1610 ſeinem Nuncio ſidereo eine Abbildung des Monds bey, welche jedoch ſehr unvollkommen iſt. Hevel in Danzig, der ſich ſeit 1639 den aſtronomiſchen Beobachtungen ganz widmete, eine eigne Sternwarte errichtete, und ſeine Fernröhre ſelbſt verfertigte, beſchäftigte ſich in den erſten 8 Jahren mit dem Monde, fieng an, ſeine Phaſen und Flecken mit äuſſerſter Sorgfalt zu beobachten, zu zeichnen und in Kupfer zu ſtechen, und brachte dadurch im Jahre 1647 ſeine **Selenographie** zu Stande, welche die erſten genauen Mondkarten, ſowohl für das volle Licht (p. 222.), als für die Phaſen (p. 262.), enthält. In der Vorausſetzung, daß die dunkeln Flecke Meere, die hellen Land ſind, hat er auch (p. 227.) eine unſern Landkarten ähnliche Abbildung des Mondes mitgetheilt. Seine Arbeit iſt in ihrer Art einzig, und würde ſchon allein ſein Andenken unvergeßlich machen.

Zu gleicher Zeit hatte auch Grimaldi in Rom Abbildungen der Mondflecke gemacht, aus welchen Riccioli (Almag. nov. Bonon. 1651. fol. P. I. L. IV. c. 7.) eine

Mondkarte mittheilte, auf der die Berge Namen berühmter Aſtronomen und Phyſiker führen, die Benennungen der dunkeln Flecken oder Meere aber willkührlich gewählt ſind. Dieſe Namen des Riccioli ſind im Gebrauch geblieben. **Doppelmayr** hat auf einer Karte ſeines Himmelsatlas zwo Mondkarten, eine für den Vollmond mit Hevels, die andere für die Phaſen mit Riccioli Namen zuſammengeſtellt.

Mit dieſen Arbeiten begnügte man ſich, bis **Tobias Mayer** (Koſmograph. Nachr. und Sammlungen. 1748. IV Abh.) bemerkte, daß der neuere Zuſtand der Sternkunde vollkommnere Abbildungen der Mondflecken erfordere. Die Umwälzung des Monds um ſeine Axe giebt ihm einen Aequator, Pole und Meridiane, die ſich von der Erde aus geſehen, orthographiſch auf eine durch den Mittelpunkt des Monds gelegte Ebne projiciren, und auf welchen man, wenn der ſcheinbare Ort eines Flecken durch Mikrometer genau beſtimmt iſt, die ſelenographiſche Länge und Breite deſſelben angeben, und ſeinen wahren Ort auf der Kugel des Monds beſtimmen kan. Dieſe Beſtimmungen vollkommen zu machen, und Mondkugeln nach ſelbigen zu verfertigen, war **Mayers** Plan (Bericht von den Mondskugeln, Nürnb. 1750. 4.). Was er hiezu verfertiget hatte, iſt von der Regierung zu Hannover für das göttingiſche Obſervatorium gekauft worden, und Herr **Lichtenberg** (*Tob. Mayeri* Opera inedita, Vol. I, Gotting. 1773. 4maj.) hat daraus eine ſchöne von **Kaltenhofer** geſtochne Mondkarte mit einem Verzeichniße von den Längen und Breiten der vornehmſten Flecken herausgegeben.

Auch **Lambert** hatte eine ſolche Beſtimmung der Längen und Breiten für die Mondflecken unternommen, und in den berliner Ephemeriden für 1776 ein Verzeichniß derſelben, nebſt einer neuen Mondkarte mitgetheilt. Er rühmt dabey die Genauigkeit von Hevels Zeichnungen, wogegen er die Riccioliſchen oder vielmehr Grimaldiſchen ſehr ſchlecht, und faſt ganz unbrauchbar fand. Sonſt finden ſich auch kleinere Abbildungen der Mondſcheibe beym **Roſt** (Atlas portatilis coeleſtis. Nürnb. 1723. 2te Aufl. 1743. 8.)

und Bode (Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. 3te Ausg. Berlin, 1777. gr. 8. Taf. V.).

Mondphaſen, Mondsgeſtalten, Mondsbrüche, Lichtabwechſelungen des Monds, Phaſes ſ. Apparitiones lunae, *Phaſes de la lune.* Die verſchiedenen Geſtalten, unter welchen wir den hellen Theil der Mondſcheibe erblicken. Die Reihe ihrer Abwechſelungen fällt dem flüchtigſten Beobachter des Himmels in die Augen, wird insgemein mit dem Namen des Mondwechſels belegt, und hat ihren Grund darinn, weil uns der Mond ſeine von der Sonne erleuchtete Helfte bald ganz, bald nur zum Theil, bald gar nicht zuwendet.

Taf. XVII. Fig. 58. ſtehe in S die Sonne, in T die Erde, um welche der Mond in der Bahn a b c d umläuft. Iſt nun der Mond in a zwiſchen der Sonne und Erde, ſo wendet er ſeine dunkle Halbkugel völlig gegen uns, und wir ſehen ihn gar nicht. Dies nennen wir Neumond (Novilunium, *Nouvelle lune*). Entfernt er ſich wieder von der Sonne gegen Morgen, ſo wird er Abends nach Sonnenuntergang ſichtbar, und fängt uns an einen Theil ſeiner hellen Seite zu zeigen. Am 4ten Tage nach dem Neumonde iſt er 45° von der Sonne, erſcheint ſichelförmig (luna falcata) und nimmt immer mehr an Lichte zu. Am 8ten Tage ſteht er 90° von der Sonne in b, und kehrt uns genau die Helfte ſeiner hellen Seite zu, erſcheint daher an der rechten oder der Sonne zugewendeten Seite erleuchtet, welches wir das erſte Viertel (Quadratura prima, *Premier quartier*) nennen. Nachher nimmt das Licht des Mondes noch immer mehr zu, ſeine Geſtalt wird oval (luna gibba), und er kömmt zwiſchen dem 11ten und 12ten Tage 135° von der Sonne. Endlich zeigt er ſich am 15ten Tage in c der Sonne gerade gegenüber, wendet ſeine erleuchtete Halbkugel der Nachtſeite der Erde völlig zu, und erſcheint kreisrund als Vollmond (Plenilunium, *Pleine lune*). Zu dieſer Zeit geht er auf, wenn die Sonne untergeht, und iſt die ganze Nacht ſichtbar.

Bis hieher heißt die Reihe der Phaſen der **zunehmende Mond** (luna creſcens, *Croiſſant*). Von nun an aber nimmt ſein Licht auf der weſtlichen Seite wieder ab, je weiter er fortgeht, oder je näher er wieder zur Sonne rückt. Die folgenden Phaſen machen alſo den **abnehmenden Mond** (luna decreſcens, *Décours*) aus, wobey der Mond auf der Abendſeite der Sonne ſteht, erſt in der Nacht aufgeht und bey 225° wieder oval erſcheint. Sieben Tage nach dem Vollmonde kömmt er nach d, hat ſich der Sonne wieder bis 90° genähert, iſt auf der linken Seite genau halb erleuchtet und im **lezten Viertel** (Quadratura ultima, *Dernier quartier*). Hierauf wird er wieder ſichelförmig, zeigt ſich des Morgens vor Sonnenaufgang mit immer mehr abnehmendem Lichte, bis er 29 Tage nach dem vorigen Neumonde wieder nach a zur Sonne kömmt. Die ganze Reihe dieſer Erſcheinungen heißt ein **Mondwechſel**, ſ. **Lunation.** Der Neumond und Vollmond führen den Namen der **Syzygien.**

Die Größe des erleuchteten Theils vom Monde richtet ſich, wie die mathematiſche Betrachtung leicht zeiget, nach dem Queerſinus ſeines Abſtands oder ſeiner Elongation von der Sonne. Dieſer Abſtand ändert ſich beyläufig alle Tage um $13\frac{1}{5}°$. Vier Tage nach dem Neumonde wird er alſo $52\frac{2}{5}°$ betragen. Um nun dafür die Mondphaſe zu finden, nehme man im Kreiſe ADBE Taf. XVII. Fig. 59. den Bogen $AF = 52\frac{2}{5}°$, ſo wird FG deſſen Sinus, AG der Queerſinus ſeyn. Dieſer iſt die Breite des ſcheinbaren hellen Theils. Verzeichnet man nun durch die drey Punkte D, G, E eine Ellipſe, ſo iſt dieſe die **Grenze der Erleuchtung** (confinium lucis et umbrae), an der ſich der dunkle Theil vom hellen ſcheidet, und die geſuchte ſichelförmige Mondphaſe iſt AFDGEA, dagegen der übrige Theil DBEGD dunkel bleibt.

Für den Abſtand 90° wird der Bogen AD ein Quadrant, deſſen Queerſinus AC der Halbmeſſer ſelbſt iſt. Hier fallen alſo die Punkte DCE in eine gerade Linie, die Erleuchtungsgrenze wird ein Durchmeſſer DE, und die Phaſe des Monds iſt der **Halbkreis** DCEA. Man nennt

dieſe Phaſe, die der Mond in den Vierteln zeigt, die Dichotomie (Dichotomia, luna dichotoma). Eilf Tage nach dem Neumond wird des Monds Abſtand von der Sonne 145° = AI, und ſein Queerſinus AH. Die elliptiſche Erleuchtungsgrenze geht alſo durch DHE, und der helle Theil bekömmt die ovale Geſtalt ADHE. Im Vollmonde endlich wird der Queerſinus von 180° dem ganzen Durchmeſſer AB gleich, und man ſieht die ganze Scheibe hell. Nach dem Vollmonde kehren dieſe Erſcheinungen in umgekehrter Ordnung wieder, ſo wie der Abſtand des Monds von der Sonne, von Abend gegen Morgen gerechnet, nach und nach den Bogen ADBK, ADBE u. ſ. w. gleich wird.

Bey jeder Mondphaſe iſt der Theil des Mondrands, der die ſichtbare Helfte von der unſichtbaren ſcheidet, ein Halbkreis, wie DE, die Erleuchtungsgrenze aber erſcheint elliptiſch, und iſt nur in den Vierteln eine gerade Linie, im Voll- und Neumonde aber ein völliger Kreis. Ihre elliptiſche Geſtalt führt Scipio Claramonti (De phaſibus lunae in Opuſc. var. Bonon. 1653.) als etwas Neuentdecktes an. Durch Fernröhre ſieht man den halbkreisförmigen Mondrand glatt abgeſchnitten, die Erleuchtungsgrenze aber, wo ſie nicht durch dunkle Mondflecken geht, höckricht und auf vielerley Art gebogen. Hevel hat mit unbeſchreiblicher Mühe 36 Mondphaſen von 10 zu 10 Grad Elongation, nach wirklichen Beobachtungen gezeichnet, die er alle mit beſondern Namen (luna prima, juvenis, adulta &c.) unterſcheidet.

Wenn der helle Theil der Mondſcheibe klein iſt, d. i. einige Tage vor und nach dem Neumonde, oder in der Gegend von 315° bis 45° Taf. XVII. Fig. 58., ſieht man durch Fernröhre und oft mit bloßen Augen auch den dunkeln Theil der Mondſcheibe, aber nur blaß, und mit einem aſchfarbigen Lichte (lumen ſecundarium) erleuchtet. Dieſes ſchwache Licht kannten ſchon die Alten, und ſchrieben es theils einem eignen Lichte des Monds, theils ſeiner Durchſichtigkeit zu. Tycho leitet es von der Venus her. Möſtlin aber (ſ. *Kepler* Aſtr. par. optica in Paralipom. ad Vitellionem p. 254.) lehrte zuerſt, daß es die Erleuchtung iſt, welche der Mond von der

Erde erhält. Nemlich zu eben der Zeit, da ſich dieſes Licht zeigt, wird im Monde die Erde voll geſehen (Pleniterrium). Sie leuchtet ihm alsdann am ſtärkſten, und mit einer 14mal gröſern Fläche, als die ſeinige, mit der er uns leuchtet. Hiebey ſcheint die helle Sichel des Monds einem größern Kreiſe zuzugehören, als der ſchwächer erleuchtete dunkle Theil, ſ. Geſichtsbetrüge (Th. II. S. 471.)

Bode kurzgef. Erl. der Sternkunde Th. I. §. 368. 418.

Mondsviertel, ſ. **Mondphaſen**, **Quadraturen**.

Montgolfiere, ſ. **Aeroſtat**.

Morgen, **Morgengegend**, Oriens, Plaga orientalis, *Orient*, *Eſt*. Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, an welcher die Geſtirne aufgehen. Man hat ſie zur Linken, wenn man das Geſicht gegen Mittag kehret.

Morgen, **Morgenzeit**, Mane, Tempus matutinum, *Matin*. Die Zeit, um welche die Sonne aufgeht, die Stunden vor und nach dem Augenblicke des Aufgangs mit begriffen.

Morgendämmerung, ſ. **Dämmerung**.

Morgenpunkt, **Oſtpunkt**, Oriens, *Orient*, *Levant*, *Eſt*. Der Durchſchnittspunkt des Aequators mit dem Horizonte an derjenigen Stelle des Himmels, an welcher die Geſtirne aufgehen. Er iſt einer von den vier Haupt- oder Cardinalpunkten, durch welche im Horizonte die Hauptgegenden beſtimmt werden, ſ. **Weltgegenden**. Die Schiffer nennen ihn **Oſten**. Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die **Morgengegend**, und man ſagt von dem, was ſich in dieſer Gegend zuträgt, es geſchehe gegen **Morgen**. An den Tagen der Nachtgleichen (um den 21. März und 23. Sept.), wenn die Sonne im Aequator ſteht, geht ſie im Morgenpunkte ſelbſt auf. An den übrigen Tagen des Jahrs ſtehen die Punkte des Horizonts, in welchen die Sonne aufgeht, von dieſem wahren oder eigentlichen **Morgenpunkte** ab, und fallen bey uns im Sommer weiter gegen Mitternacht, im Winter wei-

ter gegen Mittag. Am längſten und kürzeſten Tage ſind ſie vom wahren Morgenpunkte am weitſten entfernt, und führen bisweilen den Namen des Sommer- und Wintermorgenpunkts (*Orient d'été*, *Orient d'hiver*). Für Leipzig ſtehen ſie vom wahren Morgenpunkte um 39° 35′ 39″ ab.

Morgenröthe, Aurora, *Aurore*. Die rothe Farbe, welche ſich um die Zeit des Sonnenaufgangs am Himmel und an den Wolken zeigt. Bey Sonnenuntergang bemerkt man ſie ebenfalls, oft noch ſchöner, unter dem Namen der Abendröthe. **Newton** (Optice L. II. Part. 2. prop. 5.) ſuchte die Urſache derſelben in der Größe der Dunſtbläschen, aus welchen die Wolken beſtehen, welche gerade nur zur Zurückwerfung der rothen Stralen geſchickt ſey: aber **Melville** (Edinburgh Eſſays Vol. II. p. 75.) vermuthet wahrſcheinlicher, daß vom Sonnenlichte, wenn es vom Horizonte her, und alſo durch eine große Strecke Luft kömmt, zuerſt die blauen, dann die gelben Stralen, und zuletzt erſt die rothen verlohren gehen, daher die Sonne hoch am Himmel weiß, in niedrigern Stellen gelblich, und am Horizonte ganz roth erſcheint, auch die Wolken und Dünſte, auf welche das Licht von der Sonne am Horizonte durch eine große Strecke Luft fällt, nur rothe Stralen empfangen, und daher in verſchiedenen Graden roth gefärbt werden.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 333 u. f.

Morgenſtern, Phoſphorus, Lucifer. Ein Beyname der Venus, wenn ſie nach ihrer untern Conjunction mit der Sonne auf der Abendſeite derſelben erſcheint, und alſo des Morgens vor Sonnen Aufgang geſehen wird, ſ. Venus.

Morgenweite, Amplitudo ortiva, *Amplitude ortive ou orientale*. Die Morgenweite eines Geſtirns iſt der Abſtand des Punktes, in welchem es aufgeht, vom wahren Morgenpunkte. Sie iſt ein Bogen des Horizonts, und heiſt nördlich, wenn der Aufgangspunkt des Geſtirns

vom Morgenpunkte mitternachtwärts, **ſüdlich**, wenn er mittagwärts abſteht. Die Geſtirne in der nördlichen Halbkugel des Himmels haben nördliche, die in der ſüdlichen ſüdliche Morgenweiten.

Die Morgenweite der Geſtirne wird aus ihrer Abweichung und der Polhöhe des Orts durch eben die Formel, wie die Abendweite, gefunden, ſ. **Abendweite.** Die Tafeln für die Abendweiten gelten alſo auch für die Morgenweiten, nur daß man für Geſtirne, deren Abweichung ſich den Tag über ändert, hier diejenige Abweichung brauchen muß, die ſie im Augenblicke ihres Aufgangs haben.

Die Berechnung der Morgenweiten der Sonne dient vorzüglich den Seefahrern zu Beobachtung der Abweichung der Magnetnadel.

Mufferen, ſ. Gas (Th. II. S. 352.).

Muſik, ſ. Akuſtik, Ton.

Muſkeln, Muſculi, *Muſcles.* Die fleiſchigen Theile, durch deren Zuſammenziehung die Bewegungen des thieriſchen Körpers hervorgebracht werden. Dieſe Muſkeln beſtehen aus langen, cylindriſchen, parallellaufenden Fibern oder Faſern, ſ. **Fibern**, welche bey den warmblütigen Thieren eine rothe Farbe haben. Der mittlere Theil des Muſkels iſt gewöhnlich der ſtärkſte, und fleiſchigſte, die Enden ſind ſchlanker und härter, oder **flechſenartig**, beſonders da, wo ſie ſich mit den Knochen verbinden.

Ueber die Zuſammenſetzung der Muſkeln aus ihren Fibern ſind die Meinungen ſehr getheilt geweſen. **D. Hook** und **Swammerdam** verglichen die kleinſte Fiber mit einer Reihe von Kügelchen, **Cowper** und **Le Cat** mit einer Reihe Zellen oder Bläschen, **Borelli** ſetzte die Muſkeln aus Reihen von Parallelogrammen oder Rhomboiden von Fäden zuſammen. Die meiſten neuern aber nehmen ſie mit **Muys** und **Haller** für cylindriſch an. Dieſe Fibern verbindet ein Zellgewebe mit Blutgefäßen und Nerven.

Da die thieriſchen Körper eine der vornehmſten Quellen der Bewegung ausmachen, ſo wird es nicht überflüßig ſeyn, hier etwas von der Wirkung ihrer Muſkeln anzufüh-

ren, obgleich dieſer Gegenſtand mehr zur Phyſiologie und Naturgeſchichte, als zur Phyſik im eingeſchränktern Sinne, gehört. Man theilt die Bewegungen des thieriſchen Körpers in willkührliche, automatiſche und gemiſchte. Von den automatiſchen giebt die Bewegung des Herzens, von den gemiſchten das Athemholen ein Beyſpiel.

Alle dieſe Bewegungen erfolgen durch Zuſammenziehung gewiſſer Muſkeln. Die Fibern derſelben gerathen dabey in eine zitternde Bewegung, verkürzen ſich, und vermindern dadurch die Länge des ganzen Muſkels ſo, daß ſeine Enden näher zuſammen kommen. Eine nothwendige Folge hievon iſt, daß der Muſkel zugleich der Breite nach aufſchwellen muß. Daß er aber hiebey ſeine Röthe verliere, wie nach Swammerdam und Boerhaave ſonſt faſt alle Phyſiologen lehrten, erklärt Haller für ungegründet; wie er denn auch nicht zugiebt, daß ſich das Volumen des Muſkels merklich ändere, obgleich einige eine Verminderung des Volumens beym Zuſammenziehen bemerkt haben wollen. Die flechſenartigen Enden ändern ſich hiebey nicht, ſie folgen blos leidend und ohne alle Mitwirkung dem Zuge des fleiſchigen Theils, und führen die Knochen, mit welchen ſie verbunden ſind, nach ſich.

Dieſe Zuſammenziehung läßt nach, ſobald ihre Urſache aufhört. Alsdann nimmt der Muſkel durch Verlängerung (relaxatio) der Fibern, den vorigen Zuſtand wieder an. Dieſe Abwechſelungen erfolgen mit erſtaunlicher Geſchwindigkeit. Wenn ein engliſcher Wettrenner in einer Secunde 84 Schuh zurücklegt, welches 14 Schritte oder Sprünge (jeden zu 6 Schuh) beträgt, und auf jeden Schritt für das Aufheben, Fortführen, Niederſetzen und Anſtemmen des Fußes 4 bis 5 Contractionen gerechnet werden, ſo kommen auf eine Secunde Zeit 56 bis 70 abwechſelnde Zuſammenziehungen und Relaxationen der Muſkeln. Wenn ein Menſch, nach Hallers Verſuche, in einer Minute eine Stelle der Aeneide herlieſt, in der 1500 Buchſtaben vorkommen, ſo erfordert dies wenigſtens 1500 Zuſammenziehungen und 1500 Relaxationen in dieſer kurzen Zeit. Es giebt aber Buchſtaben, wie z. B. das r, welche allein 10

und mehrere Contractionen und Relaxationen erfordern, daß alſo zur Zuſammenziehung weit weniger Zeit, als eine Tertie hinlänglich ſeyn muß.

Eben ſo erſtaunenswürdig iſt die Stärke der Kraft, welche durch dieſes Zuſammenziehen der Muſkeln überwältiget werden kan. Von dieſer Kraft, und der Art, wie die Knochen, als Hebel, durch die Muſkeln in Bewegung geſetzt werden, handelt das bekannte Werk des **Borelli** (*Jo. Alph. Borelli* Neapol. Math. Prof. De motu animalium Romae 1680. 4. edit. cum *Jo. Bernoullii* medit. de motu muſculorum. Lugd. Bat. 1710. 4.), und **Deſaguliers** (Courſe of experimental philoſ. To. I. p. 290 ſq.). Die Muſkeln, welche den Fuß und die Schenkel ſtarr halten, tragen das ganze Gewicht eines Mannes, das ſich auf 140 Pfund ſetzen läſt, und heben daſſelbe, wenn er ſich auf den Zehen aufrichtet. Oft tragen Menſchen in dieſer Stellung noch 160 Pfund auf den Schultern, daß alſo dieſe Muſkeln ſtark genug ſind, 300 Pfund zu halten. Im Tragen und Halten ſchwerer Laſten bey aufgerichtetem Körper, wo die Knochen von oben her gedruckt werden, haben die Kräfte keine beſtimmten Grenzen. Man ſieht Menſchen, die in dieſer Stellung viele Centner tragen, und eben das auch mit eingebognem Leibe und Knieen thun können. Für den letztern Fall berechnet **Borelli** (prop. 61.), daß die Knorpel und Muſkeln des Rückgrades eine Gewalt von 25585 Pfunden ausüben müſſen. Die Muſkeln, welche beym Biß wirken (Temporales, Maſſeteres, Pterygoidei interni), und die Kinnladen an einander drücken, wiegen zuſammen kaum 2 Pfund, üben aber eine ungeheure Gewalt aus. Man zerbeißt Pfirſchenkerne, die ſonſt Gewichte von 200—300 Pfund tragen. **Borelli** (prop. 87. 88.) führt an, daß ein Menſch mit den Zähnen 160 Pfund habe aufheben können. Nach **Deſaguliers** hob ein Engländer **Thomas Topham** mit den Zähnen einen Tiſch in die Höhe, der 6 Schuh lang war, und an deſſen äuſſerſtem Ende 50 Pfund hiengen, welches eine Laſt von ungeheurem Momente iſt. Ein anderer zerriß mit den Hüften (durch die Extenſores

femoris) einen Strick, welcher ſonſt ohne zu reiſſen, 1680 Pfund trug.

Die Bewunderung ſteigt aber noch höher, wenn man bedenkt, daß hiebey die Knochen als Wurfhebel bewegt werden, wobey die Kraft ſehr wenig Abſtand vom Ruhepunkte und eine ſehr ſchiefe Richtung, mithin ein ſehr geringes Moment hat, und alſo an ſich bey weitem größer ſeyn muß, als der Widerſtand, den ſie überwältiget. Nach Muſſchenbroek (Introd. in philoſ. nat. To. I. §. 432.) ſey Taf. XVII. Fig. 60. AEH der ausgeſtreckte Arm eines Menſchen, der an den Fingern bey H eine Laſt P von 20 Pfund erhält. Wenn nun in der Achſel bey C der Ruhepunkt angenommen wird, ſo iſt die Richtung des Muſkels, der den Arm ausdehnt (Deltoides) EDF, und der Abſtand der Kraft, oder das Perpendikel aus C auf dieſe Richtung CD; der Abſtand der Laſt hingegen iſt CH. Muſſchenbroek ſetzt im Durchſchnitt genommen, CD : CH = 3 : 100 oder wie 1 : $33\frac{1}{3}$, daher, für CD = 1, das Moment der Laſt P = 20 × 33,3 oder 666 wird, und die Kraft des Muſkels EDF, ob ſie gleich nur 20 Pfund trägt, dennoch = 666 Pfund geſetzt werden muß.

Borelli (prop. 45.) betrachtet den Arm AH als eine Zuſammenſetzung mehrerer Hebel, und berechnet die Kräfte aller bey deſſen Ausſtreckung mitwirkenden Muſkeln, ſelbſt derer in den Fingern. Was den Deltoides insbeſondere betrift, ſo ſetzt er CD : CH = 1 : 30. Wäre alſo P = $9\frac{1}{2}$ Pfund, ſo würde die Kraft in EDF = 30 × $9\frac{1}{2}$ = 285 Pfund ſeyn müſſen. Weil aber der Muſkel durch Zuſammenziehung wirkt, und alſo die eine Helfte ſeiner Kraft gegen F, wo er feſt iſt, wendet, ſo muß man ſeine ganze Kraft doppelt ſo groß, oder 570 Pfund ſetzen. Hiezu kömmt noch das Gewicht des Arms ſelbſt = 7 Pf., das man im Schwerpunkte deſſelben vereiniget, alſo deſſen Moment = 15 × 7 = 105 Pf. ſetzen kan, welches aber wiederum zu verdoppeln iſt, daß alſo die ganze nach EDF wirkende Kraft = 780 Pfund wird. Die ſämtlichen Kräfte aller mitwirkenden Muſkeln findet Borelli 1990 Pfund, oder 209mal größer als das erhaltene Gewicht P. Sie müſſen aber noch größer ange-

nommen werden, weil die Fibern des Muſkels ſelbſt mit ſeinem flechſenartigen Ende ſchiefe Winkel, etwa von 8 — 10° machen.

Um die ganze Kraft des einzigen Deltoides genauer zu prüfen, muß man die Laſt P Taf. XVII. Fig. 60. bey G angebracht annehmen. So verfahren **Borelli** (prop. 82. 84.), **Joh. Chph. Sturm** (Ephemerides Nat. Curioſ. Dec. II. Ann. III. p. 456. Ann. IV. Append.) und **Segner** (in Nieuwetyts Gebrauch der Weltbetrachtung, aus d. holl. Jena, 1747. 4. S. 104.). Setzt man hiebey CG = 3 DE, und den Winkel DEA = 10°, ſo wird die Kraft des Muſkels = 3. coſec. 10°. P = 17 P (Borelli ſetzt CD : CG = 1 : 14, alſo dieſe Kraft = 14 P). Dies iſt aber nur die Helfte der ganzen Kraft, weil die andere Helfte gegen den Punkt F, wo der Muſkel feſt iſt, verwendet wird; man hat alſo die ganze Kraft auf 34 P (nach B. 28 P) zu ſchätzen. Dieſe muß nun noch wegen der Schiefe der Fibern gegen die flechſenartigen Enden des Muſkels, mit dem Coſinus dieſer Schiefe dividirt, oder, was ebenſoviel iſt, mit der Secante derſelben multiplicirt werden, um die wahre Größe der aufgewendeten Kraft zu finden. Wenn man nun die Schiefe der Fibern im Deltoides = 30° ſetzt, wovon die Secante = 1, 15 iſt, ſo findet man die völlige Kraft der Zuſammenziehung = 34. 1, 15 P = 39 P (nach B. 32 P). Den Verſuchen zufolge kan P 55 Pfund betragen. Nemlich ein Menſch kan mit ausgeſtrecktem Arme am Gelenk des Ellenbogens G 50 Pfund tragen, wozu noch das Gewicht des Arms von 5 Pfund kömmt. Mithin iſt die ganze Kraft der Zuſammenziehung des Deltoides = 39. 55 = 2145 Pfund (oder nach Borelli 1760 Pfund).

Dieſe Beyſpiele zeigen, daß die Bewegung der Muſkeln einen äuſſerſt großen Aufwand von Kraft erfordert, von welcher allerdings ein großer Theil verlohren geht. Dennoch hat der Schöpfer dieſen Bau der Muſkeln nicht ohne die weiſeſte Abſicht gewählt. Bey allen Bewegungen der thieriſchen Körper kömmt es nicht ſowohl auf Ueberwindung großer Laſten, als vielmehr auf einen gewiſſen Grad der Geſchwindigkeit, und auf einen beſtimmten Raum an, wel-

chen das bewegte Glied zurücklegen muß. Dies iſt der Fall beym Ergreifen und Umſpannen mit der Hand, beym Aufheben der Gegenſtände vom Boden, beym Werfen, beym Schreiten, Laufen, Steigen, und überhaupt bey den nothwendigſten Bewegungen. Da nun nach den allgemeinen mechaniſchen Grundgeſetzen jede Erſparung der Kraft nothwendig mit Verluſt an Raum und Geſchwindigkeit begleitet iſt, ſo konnte bey dem Bau der Muſkeln die Schonung der Kraft nicht zum Zwecke gewählt werden, ohne den Muſkeln und alſo dem Körper ſelbſt, eine ungeheure Größe und unſchickliche Geſtalt zu geben. Um z. B. ein Pfund mit ausgeſtrecktem Arme, 2 Schuh hoch, durch eine Kraft von ¼ Pfund zu heben, wäre eine Verkürzung des Muſkels um 8 Schuh, und alſo eine ungeheure Größe deſſelben nöthig geweſen, welche den ganzen Körper verunſtaltet und höchſt unbehülflich und ſchwer gemacht hätte. Auch hätten alsdann die Laſten nicht mit den äuſſerſten Enden des Körpers, welche die gröſte Entfernung von den Ruhepunkten haben, ergriffen werden können: vielmehr hätten ſich die Muſkeln vom Stamme aus bis an die äuſſerſten Enden erſtecken, und die Glieder zu Ergreifung der Laſten nahe an die Ruhepunkte verſetzt werden müſſen. Bey demjenigen Bau des Körpers hingegen, den die Natur wirklich gewählt hat, bewirkt eine ſehr geringe Verkürzung des Muſkels, welche man an der Geſtalt des Körpers kaum gewahr wird, Bewegungen der Glieder durch beträchtliche Räume. So wird z. B. der Arm, durch eine Verkürzung des Deltoides um 2 Zoll, durch einen Halbkreis bewegt, deſſen Halbmeſſer 3 Schuh hält, und weil dieſe Verkürzung in ſehr geringer Zeit geſchehen kan, ſo hängt hievon die große Geſchwindigkeit ab, die wir den Körpern durch den Wurf mittheilen können, und welche ganz verlohren gehen würde, wenn die Natur zur Verbindung der Muſkeln mit den Knochen eine andere, als dieſe dritte Art des Hebels, oder den Wurfhebel, ſ. Hebel, gewählt hätte. Der Hauptzweck, der nicht auf Ueberwältigung großer Laſten, ſondern auf ſchnelle und geſchickte Bewegungen der Glieder durch beträchtliche Räume gerichtet war, und wobey die bewegende Kraft ſelbſt in

einen engen Raum gedrängt werden ſollte, konnte auf keine andere, als auf dieſe Art, erreicht werden.

Die Urſache der Bewegung der Muſkeln iſt uns zwar gänzlich unbekannt; dennoch wird es nicht ganz überflüßig ſeyn, einige Meinungen über dieſen ſo dunkeln und doch ſo wichtigen Gegenſtand anzuführen.

Daß im Körper allein gar kein Principium der Bewegung liege, und alle Bewegungen, ſowohl die willkührlichen, als auch die avtomatiſchen, von der Einwirkung der Seele herrühren, iſt zwar eine alte Meinung, die man ſchon beym Galen findet, und der auch Swammerdam, Borelli (P. II. prop. 80.) Perrault u. a. zugethan waren, die aber erſt durch Georg Ernſt Stahl (De motu tonico. Halae, 1685. p. 37 ſq.) und ſeine Schüler mehr Anſehen erlangt hat, und vorzüglich durch Cheyne, Tabor, Mead und Whytt in England, ſo wie durch Sauvages in Frankreich, weiter ausgebreitet worden iſt. Nach dieſem ſtahliſchen oder animaſtiſchen Syſtem, welches die unmittelbare Einwirkung des Geiſtes auf den Körper (influxum phyſicum) annimmt, iſt es die Seele ſelbſt, welche ſich den Körper baut, bewegt und bey erfolgten Verletzungen heilet. Sie iſt es, die den Schlag des Herzens und die Bewegungen der Eingeweide regieret, ob ſie gleich durch die lang gewohnte Wiederholung ſelbſt das Bewuſtſeyn hievon verliert. Sie iſt es, die bey den Leidenſchaften und Gemüthsbewegungen das Herz ſtärker ſchlagen läſt, bey der Furcht die Kräfte der Muſkeln abſpannt, und die Uebel, die dem Bau der Maſchine drohen, durch heftigere Bewegung des Bluts im Fieber, abzuwenden ſtrebt, u. ſ. w. Man beruft ſich hiebey darauf, daß keine Maſchine gedenkbar ſey, die einem vermehrten Widerſtande mit verſtärkter Kraft entgegenſtrebe. Die Criſen in den Krankheiten, die vermehrten Secretionen, ſelbſt der Schlaf und die Lähmungen ſind nach dieſem Syſtem Wirkungen der Seele, die auf Erhaltung des Körpers und Erſparung der Lebenskräfte abzwecken. Jede Empfindung eines ſchädlichen Reitzes, ſagt man, erwecke den Trieb, dieſen Reitz zu entfernen, wie beym Huſten, Nieſen, dem Thränen der Augen und der

Verengerung des Augenſterns. Daß hiebey kein deutliches Bewuſtſeyn ſtatt finde, ſtreite nicht gegen die Möglichkeit der Sache, da man auch willkührliche Bewegungen z. B. Gehen, Schlucken u. dgl. ſehr oft ohne Bewuſtſeyn verrichte.

Dieſe Meinung aber haben **Boerhave** und **Haller** mit wichtigen Gründen beſtritten. Es ſteht doch nie in unſerer Gewalt, die avtomatiſchen Bewegungen des Herzens und der Eingeweide nach Willkühr zu hemmen oder hervorzubringen, und ſelbſt die Gemüthsbewegungen wirken darauf ganz unwillkührlich. Die willkührlichen Bewegungen hingegen ſtehen ganz und allezeit in unſerer Gewalt. Fieber und Kriſen der Krankheiten ſind in unzählbaren Fällen dem Körper nicht heilſam, ſondern eher zerſtörlich für denſelben. Und daß im Körper allein keine Quelle der Bewegung liegen könne, iſt bey unſerer eingeſchränkten Kenntniß der Kräfte eine allzugewagte Behauptung, zumal da uns die Erfahrung ſo viele und ſo heftige Bewegungen zeigt, die durch Schwere, Elaſticität u. dgl. in der Materie allein, ohne Zuthun geiſtiger Weſen erfolgen.

Haller ſchreibt vielmehr den Fleiſchfaſern, als ein unterſcheidendes Kennzeichen, eine **Reizbarkeit** (irritabilitatem) zu, d. i. die Eigenſchaft, ſich bey jedem äuſſern Reize zuſammenzuziehen, ſ. **Fibern**. Er glaubt, bey den avtomatiſchen Bewegungen entſtehe dieſer Reiz durch die Einrichtung der thieriſchen Oekonomie ſelbſt, z. B. im Herzen durch das Blut, im Magen und den Gedärmen durch Luft und Speiſen, in der Harnblaſe durch den Urin, in der Gallenblaſe durch die Galle ꝛc.; bey den willkührlichen Bewegungen aber gewöhnlich durch die **Nerven**. Inzwiſchen können auch Muſkeln, die ſonſt nur dem Willen der Seele oder der Wirkung der Nerven gehorchen, durch den Reiz einer Schärfe u. dgl., wie bey Convulſionen, in unwillkührliche Bewegungen verſetzt werden.

Daß die willkührlichen Bewegungen vermittelſt der Nerven hervorgebracht werden, iſt ganz ohne Zweifel, da bey gedrückten, zerſchnittnen oder unterbundenen Nerven die Glieder gelähmt werden. Wie aber dies geſchehe, darüber

ſind die Hypotheſen unzählbar. Die ältern Aerzte ſagten mit Galen, es ergößen ſich die Lebensgeiſter aus dem Gehirne durch die Nerven in die Muſkeln, um dieſe zu bewegen. Descartes leitete die Bewegung von einem ſchnellern Einfließen des Nervenſafts, Newton (Optic. L. III. puaeſt. 24.) von dem Aether her, der durch den Willen der Seele in die Nervencanäle getrieben werde: Santorini, Tabor und Willis ließen die cylindriſche Nervenfiber von dem eindringenden Lebensgeiſte aufſchwellen.

Um zu erklären, wie ein ſo feines und in geringer Menge vorhandenes Fluidum große Wirkungen thun könne, verglich Aſtruc die Muſkelfiber mit einer Röhre, die ſich in eine Blaſe endiget, welche aufgeblaſen ſich erweitert und durch ihre Verkürzung große Laſten erhebt. Da eine Reihe von mehreren Blaſen in dieſer Abſicht noch mehr leiſtet, als eine einzelne, worüber Sturm (Colleg. curioſum To. II.) Verſuche angeſtellt hat, ſo ließen Borelli, Senac u. a. den Muſkel aus lauter Blaſen oder Zellen beſtehen, welche durch die Lebensgeiſter oder den Nervenſaft aufgetrieben würden, und dadurch eine Verkürzung mit ſo viel Gewalt verurſachten. Die Mikroſkope aber zeigen dieſen zellenförmigen Bau der Muſkelfaſer nicht, und die Verkürzungen ſind oft ſo beträchtlich, daß bey dieſem Mechaniſmus eine ungeheure Auftreibung des Volumens würde erfordert werden, dergleichen man doch bey den Verſuchen nicht gewahr wird.

Weil Thiere ſich noch eine Zeit bewegen, wenn man ihnen ſchon das Gehirn genommen hat, ſo haben andere die Anfüllung und Verkürzung der Muſkelfaſer nicht dem Nervenſafte, ſondern dem Blute zugeſchrieben. Dahin gehört nächſt Daniel Bernoulli vorzüglich der Abt Bertier (Phyſique des corps animés), welcher die Muſkelfaſer vom Blute, wie eine gewundne Schnur von der Feuchtigkeit kürzer werden läſt und dabey die Geſchwindigkeit und Wärme des Bluts zu Hülfe nimmt. Er beruft ſich darauf, daß der Muſkel bey der Zuſammenziehung bleich werde, weil ſich das Blut aus den kleinen Arterien ins Innere der Fibern ergieße. Aber dieſes Bleichwerden iſt in der Erfah-

rung nicht gegründet. Auch Swammerdam, Baglio und Cowper haben die Muſkelbewegung dem Blute zugeſchrieben, weil bey Unterbindung der Aorta die Glieder lahm werden. Le Cat (Mém. de Berlin 1763.) glaubt, daß die kleinen Arterien in die zellenförmig gewebte Muſkelfiber eine dem Nervenſafte ähnliche eigne Lymphe ausgießen. Es läſt ſich aber gegen alle dieſe Syſteme einwenden, daß die Inſekten ſehr viele und ſtarke Muſkeln, ohne Blut und Blutgefäße, haben.

Zu chymiſchen Erklärungen durch Aufbrauſen des Nervenſafts mit dem Blute u. dgl. haben Borelli, Willis, Bellin u. a. ihre Zuflucht genommen. Johann Bernoulli, Keil und Hamberger ſagen faſt eben daſſelbe; nur erklären ſie die Gährung mechaniſcher durch Eingreifen oder Anhängen der Lebensgeiſter an die Rinde der mit elaſtiſcher Luft erfüllten Blutkügelchen, wodurch der Widerſtand der Rinde vermindert werde, und die Luft das Kügelchen mehr ausdehne.

Sauvages bedient ſich der Elektricität, und läſt durch dieſe den Lebensgeiſtern eigne Kraft, die Muſkeln ſo anſchwellen, wie ein am Conductor hängendes Bündel hanfner Fäden durch die elektriſche Repulſion ſich ausdehnt und verkürzet.

Noch andere ſehen die Zuſammenziehung als den natürlichen Zuſtand des Muſkels an, und leiten die Relaxation von der Wirkung der Nerven oder von der Erfüllung und Ausdehnung der Gefäße durch irgend einen Liquor her. Hiegegen aber ſtreitet die Lähmung der Glieder bey unterbundenen oder zerſchnittenen Nerven. Auch hat der Muſkel im blos natürlichen Zuſtande nicht die Conſiſtenz, die er bey ſeiner Wirkſamkeit zeigt. Wenige Pfunde zerreißen ihn, wenn er im lebenden Körper die gröſten Laſten trug.

Haller erklärt die willkührlichen Bewegungen der Muſkeln aus ihrer Reizbarkeit oder natürlichen Neigung zur Zuſammenziehung, welche nach dem Willen der Seele durch den Reiz des Nervenſafts verſtärkt werden könne. Ob dieſes nach Stahl, durch einen wirklichen phyſiſchen Einfluß, oder nach Leibnitz und Boerhave durch vorherbe-

ſtimmte Harmonie des Körpers mit dem Geiſte geſchehe, überläſt er der Unterſuchung der Weltweiſen, ob er gleich der leztern Meinung geneigter ſcheint.

Wenn der Reiz aufhört, kehrt der Muſkel in den gewöhnlichen Zuſtand der Relaxation zurück. Es hängt vom Willen ab, die Anſtrengung ganz, oder auch nur zum Theil, zurückzunehmen. Hiebey iſt nun noch die Frage, wo das hinkomme, was den Reiz verurſachte. Man könnte ſagen, es gehe ins Gehirn, oder überhaupt in die Nerven, zurück. Allein, wie kan man alsdann die Phänomene der Ermüdung erklären, welche durch Speiſe und Trank faſt noch ſchneller, als durch Ruhe, gehoben wird, und einen wirklichen Verluſt der Kraft, oder des Princips der Bewegung, anzuzeigen ſcheint, der von auſſen her wieder erſezt werden muß? Vielleicht bleibt etwas von dieſem Princip, was es auch immer ſeyn mag, im Muſkel ſelbſt zurück. Wenigſtens erlangen alle Muſkeln durch öftern Gebrauch uud Anſtrengung mehr Größe, Feſtigkeit und Stärke, und es ermüden diejenigen unter ihnen am wenigſten, zu deren Bewegung die Nerven am mindeſten beytragen, wovon das ohne alle Ermüdung ſchlagende Herz ein deutliches Beyſpiel giebt.

Joh. Alphonſi Borelli de motu animalium Pars I. & II. Lugd. Bat. 1710. 4.

Alberti v. Haller Elementa phyſiologiae corporis humani. To. IV. Lauſannae, 1762. 4. Lib. XI. Motus animalis.

Muſſchenbroekiſcher Verſuch, ſ. Flaſche, geladne.

Muſſons, ſ. Paſſatwinde.

Myop, ſ. Auge.

N.

Nacht, Nox, *Nuit.* Die Zeit, während der die Sonne unter dem Horizonte verweilet, oder der Zeitraum zwiſchen dem Untergange und dem nächſtfolgenden Aufgange des Mittelpunkts der Sonne. Die Länge der Nächte iſt verſchieden, und richtet ſich nach dem Stande der Sonne

und nach der geographiſchen Breite oder Polhöhe des Beobachtungsorts.

Bey dem Worte Aſcenſionaldifferenz iſt gezeigt worden, daß

halbe Taglänge in ☉zeit = (90° + Aſc. diff. d. ☉.) in ✱zeit ſey. Da nun Tag und Nacht zuſammen 24 Stunden, alſo die halbe Taglänge und halbe Nachtlänge zuſammen 12 Stunden, Sonnenzeit ausmachen, ſo folgt, daß die halbe Taglänge von 12 Stunden, oder von 180° in ✱zeit abgezogen, die halbe Nachtlänge übrig laſſe. Mithin iſt

halbe Nachtlänge in ☉zeit = (90° — Aſc. differ.) in ✱zeit. Und da wir im bürgerlichen Leben die Stunden von Mitternacht, oder von der Helfte der Nacht zu zählen anfangen, ſo giebt die halbe Nachtlänge zugleich die Stunde des Aufgangs der Sonne.

Unter dem Aequator der Erde, wo die Polhöhe = 0, alſo auch die Aſcenſionaldifferenz = 0 iſt, wird die halbe Nachtlänge jederzeit = 6 Stunden. Es ſind alſo daſelbſt alle Nächte 12 Stunden lang, und den Tagen gleich.

Zwiſchen dem Aequator und den Polen iſt die Nachtlänge veränderlich. Zweymal im Jahre, wenn die Sonne im Aequator ſteht, und ihre Abweichung, mithin auch die Aſcenſionaldifferenz, = 0 iſt, wird die Länge der Nacht 12 Stunden und der Taglänge gleich. Dies erfolgt um den 20 März und 23 Sept. ſ. **Nachtgleiche**. So lang die Sonne eine nördliche Abweichung hat, iſt die Aſc. diff. für Orte in der nördlichen Halbkugel poſitiv, mithin die Nacht kürzer, als 12 St. Für Orte der ſüdlichen Halbkugel hingegen, wo die Polhöhe ſüdlich oder negativ iſt, wird alsdann die Aſc. diff. auch negativ, und die Nacht länger als 12 St. Umgekehrt ſind die Erſcheinungen, wenn die Abweichung der Sonne ſüdlich iſt: alsdann haben die Nordländer längere, die Südländer kürzere Nächte.

Die längſten und kürzeſten Nächte fallen in die Zeit der Sonnenwenden um den 21. Dec. und 21. Jun., wo die Abweichung ein Gröſtes und der Schiefe der Ekliptik gleich wird. Alsdann iſt

ſin. Aſc. diff. = tang. 23° 28′ 8″ × tang Polhöhe.

Für Leipzig dauert

	St.	M.	S.	T.
die längſte Nacht den 21 Dec.	16	22	45	20
die kürzeſte den 21 Jun.	7	37	14	40

wie bey dem Worte: Aſcenſionaldifferenz berechnet worden iſt.

Unter den Polarkreiſen, wo die Polhöhe das Complement der Schiefe der Ekliptik wird, iſt für die Tage der Sonnenwenden

sin. Aſc. diff. = tang. 23° 28′ 8″ × cotang. 23° 28′ 8″ = 1. mithin die Aſc. diff. = 90°, und die längſte Nacht = 24 Stunden; die kürzeſte = 0. Das heiſt: Dieſe Orte haben einmal im Jahre eine Nacht von 24 Stunden, da die Sonne gar nicht aufgeht, und einmal einen Tag von 24 St., da ſie gar nicht untergeht.

Für die Orte der kalten Zonen hält dieſe beſtändige Nacht deſto länger an, je näher ſie den Polen liegen. Die Nacht fängt an, wenn die Abweichung der Sonne dem Complemente der Polhöhe gleich wird, und dauert über die Sonnenwende hinaus, bis die abnehmende Abweichung wieder eben ſo groß geworden iſt. Einem Orte, der 70° nördliche Breite hat, fängt die beſtändige Nacht von dem Tage an, da die Sonne 20° ſüdliche Abweichung bekömmt, d. i. vom 21 Nov., und dauert über den 21 Dec. hinaus bis zu dem Tage, da ſie im Aufſteigen wieder dieſelbe ſüdliche Abweichung von 20° erreicht, d. i. bis zum 20 Jänner.

Endlich fängt unter den Polen ſelbſt, wo die Polhöhe = 90° iſt, die beſtändige Nacht ſchon mit der Abweichung = 0, oder mit der Nachtgleiche ſelbſt an, und endigt ſich erſt mit der folgenden Nachtgleiche. Sie dauert alſo ein völliges Halbjahr; für den Nordpol vom 23 Sept. bis 20 März, für den Südpol vom 20 März bis 23 Sept.

So findet man die Dauer der Nacht für die verſchiedenen Himmelsſtriche, wenn man alle Urſachen, wodurch ſie vermindert wird, bey Seite ſetzt. Aber theils die ſcheinbare Größe der Sonnenſcheibe, wobey die obere Helfte ſpäter unter- und eher aufgeht, als der Mittelpunkt, theils die Stralenbrechung, welche das Bild der Sonne über den

Horizont erhebt, wenn gleich die Scheibe ſelbſt unter demſelben ſteht, ſ. **Stralenbrechung, aſtronomiſche**, vermindern dieſe Dauer der Nacht.

Verſteht man endlich unter der **Nacht** nur diejenige Zeit, während welcher gar kein Licht von der Sonne zu uns gelangt, ſo wird die Dauer dieſer Zeit noch ſehr beträchtlich durch die Dämmerung verkürzt, und es giebt auch auſſer den kalten Zonen, und ſchon in unſern Ländern, Zeiten, wo es in dieſem Sinne des Worts gar nicht Nacht wird, d. i. wo die Dämmerung die ganze Nacht hindurch dauert, ſ. **Dämmerung.**

Nachtgleichen, Punkte der Nachtgleichen, ſ. **Aequinoctialpunkte.**

Nachtgleiche, Zeit der Nachtgleiche, Aequinoctium, *Equinoxe.* Nachtgleiche heißt eigentlich der Augenblick, in welchem der Mittelpunkt der Sonne, bey ſeinem jährlichen Umlaufe um den Himmel, in den Aequator tritt. Aber in eben dem Augenblicke verläßt er auch den Aequator wieder, weil die eigne Bewegung der Sonne ununterbrochen fortdauret, und die wahre Nachtgleiche währt alſo nur einen Augenblick.

Weil aber die Bewegung der Sonne langſam iſt, ſo kan man annehmen, die Sonne ſtehe zu dieſer Zeit den ganzen Tag über im Aequator. Unter dieſer Vorausſetzung wird der Aequator ſelbſt für dieſen Tag ihr Tagbogen ſeyn, und weil ſelbiger, als ein gröſter Kreis der Sphäre von jedem Horizonte zu gleichen Theilen durchſchnitten wird, ſo iſt die Sonne an dieſem Tage überall 12 Stunden ſichtbar und 12 Stunden unſichtbar. Daher heißt der ganze Tag, **Tag der Nachtgleiche** (dies aequinoctii ſ. aequinoctialis, *Jour d'équinoxe*).

Die Sonnenbahn ſchneidet den Aequator zweymal; es giebt alſo jährlich zwo Nachtgleichen, ſ. **Frühlingsnachtgleiche, Herbſtnachtgleiche**, die um den 21 März und 3 Sept. fallen. Unſer bürgerliches Jahr iſt ſo eingerichtet, daß die wahre Zeit der Nachtgleichen niemals

weit von dieſen Monatstagen abweichen kan, ſ. Jahr, Kalender.

Nachtgleichen, Vorrücken derſelben, ſ. Vorrücken der Nachtgleichen.

Nadir, Fußpunkt, Nadir, *Nadir*. Dieſen arabiſchen Namen giebt man in der Sternkunde dem Punkte N, Taf. VIII. Fig. 2., der dem Zenith oder Scheitelpunkte Z gerade entgegengeſetzt iſt, oder den die durch die Erdkugel unterwärts verlängerte Scheitellinie in der unſichtbaren Helfte der ſcheinbaren Himmelskugel treffen würde. Er iſt einer von den Polen des Horizonts, und ſteht alſo von jedem Punkte deſſelben um 90° ab.

Wäre die Erde eine vollkommne Kugel, ſo würde unſer Nadir einerley mit dem Zenith unſerer Gegenfüßler ſeyn. Da aber die Erde von der Kugelgeſtalt abweicht, ſo trift dieſer Satz nur für diejenigen Orte ein, welche unter dem Aequator und unter den Polen der Erde liegen.

Jeder Ort der Erdfläche hat ſein eignes Nadir, ſo wie ſein eignes Zenith und ſeinen eignen Horizont; und jede Veränderung des Orts iſt daher mit einer verhältnißmäßigen Veränderung des Nadirs begleitet.

Naß, Naßwerden, ſ. Adhäſion.

Naß Niedergehen, Staubregen, Pſecas, Pluvia tenuiſſima, *Bruine*, *Brouine*. Wenn die Verdichtung der Dünſte, oder ihre Verwandlung in Waſſertröpfchen, in einer Wolke ſehr gleichförmig und langſam geſchieht, und die Wolke zugleich niedrig ſteht, ſo ſinken die kleinen Waſſertröpfchen langſam herab, ehe ſie ſich noch zu größern Tropfen vereinigen können. Es entſteht alsdann ein äuſſerſt feiner Regen, deſſen Tropfen kaum ſichtbar ſind, aber ſehr dicht und langſam niederfallen, und die Körper ſtark benetzen. Man ſagt alsdann, es gehe naß nieder. Man bemerkt dieſe Erſcheinung vorzüglich, wenn die Nebel aus der Luft niederfallen: man befindet ſich alsdann gleichſam in der Wol-

ke ſelbſt, deren Dunſtbläschen ſich zu tropfbarem Waſſer verdichten.

Eben dies kan auch ſtatt finden, wenn eine höhere Wolke ſich von unten auf zu verdichten anfängt. Alsdann fallen die Tröpfchen aus ihren untern Schichten zuerſt herab, und werden im Falle nicht größer, weil ſie weiter kein Waſſer auf ihrem Wege antreffen, und die Tropfen der obern Schichten erſt ſpäter nachfolgen. Geht aber die Verdichtung der Wolke von oben herab, ſo fallen die Tropfen der obern Schichten zuerſt, verbinden ſich im Falle mit dem Waſſer der nidrigern Schichten, und bilden dadurch größere Tropfen, welche den Widerſtand der Luft ſtärker überwinden, und daher ſchneller oder mit mehr Gewalt herabfallen.

v. Muſſchenbroeck Introd. ad. philoſ. nat. To. II. §. 2351. *Briſſon* Dict raiſ. de Phyſ. art. *Bruine.*

Natur, Natura, *Nature.* Dieſes Wort bedeutet im allgemeinſten und weitläuftigſten Verſtande den Inbegrif aller Eigenſchaften der Dinge. Im engern Sinne wird es blos auf die materielle Welt eingeſchränkt, und zeigt alsdann den Inbegrif aller Eigenſchaften der **Körper** an. Auf dieſe leztere Bedeutung beziehen ſich die Benennungen: Naturlehre, Naturgeſchichte, Naturgeſetze u. ſ. w.

Da von den Eigenſchaften der Körper ihre Kräfte und Wirkungen nach unveränderlichen Geſetzen abhängen, ſo heißt alles, was dieſen Geſetzen gemäß erfolgt, **natürlich**, was mit ihnen ſtreitet, **unnatürlich**. **Uebernatürlich** nennt man einen Erfolg, wenn er von den gewöhnlichen Naturgeſetzen ſo abweicht, daß man zu ſeiner Erklärung eine auſſerordentliche Einwirkung höherer Weſen auſſer der Körperwelt annehmen muß. Ehe man aber zu ſolchen Hülfsmitteln ſchreitet, muß der Erfolg ſelbſt mit allen ſeinen Umſtänden erſt hiſtoriſch gewiß, und dann jede Erklärung deſſelben aus den Naturgeſetzen unmöglich ſeyn. Dieſe Erforderniße vermißt man durchgehends bey dem, was aus Unwiſſenheit oder Täuſchung ſo oft für übernatürlich gehalten wird, ſ. **Magie, natürliche**; und auſſer denen

in der heiligen Schrift erzählten Wundern, hat es wohl in der Körperwelt nie andere, als natürliche Erfolge, gegeben.

In einer andern Bedeutung heißt natürlich, was ohne Zuthun menſchlicher Kunſt entſteht oder erfolgt, im Gegenſatz des **künſtlichen**, welches durch Fleiß und Kunſt des Menſchen bereitet oder bewirkt wird. So unterſcheidet man natürliche Körper, von Producten der Kunſt (arte factis) — ein Unterſchied, der den Worten nach leicht zu faſſen iſt, ob es gleich zuweilen ſchwer fällt, künſtliche Körper von natürlichen zu unterſcheiden.

Die Ausdrücke: **die Natur bringe hervor, ſie wähle Mittel, ſuche Zwecke zu erreichen** u. ſ. w. ſind figürlich. Das Wort Natur bedeutet in dieſen Redensarten den Schöpfer ſelbſt, der die natürlichen Dinge und Begebenheiten nach unveränderlichen Geſetzen entſtehen und erfolgen läſt, und hiebey zu ſeinen erhabnen Zwecken die ſchicklichſten Mittel gewählt hat. Die Scholaſtiker unterſchieden in dieſer Abſicht ganz richtig, wiewohl ſehr unlateiniſch, die Naturam naturantem von der naturata, und verſtanden unter jener den Urheber und Regierer der Welt, unter dieſer die Welt ſelbſt mit ihren Geſetzen. Dennoch redeten ſie in ihrer Phyſik von gewiſſen Neigungen, Trieben und Kräften der Natur, z. B. der Vermeidung der Leere, der plaſtiſchen Kraft u. dgl., welche in einem richtigen Sinne weder dem Schöpfer, noch der erſchaffenen Welt, beygelegt werden können. Dies waren dunkle Begriffe von gewiſſen Naturgeſetzen, deren wahre Beſchaffenheit man nicht kannte, und von denen man doch Urſachen angeben wollte, weil man ſich damals ſchmeichelte, alle Urſachen ohne Ausnahme zu wiſſen, ſ. **Naturgeſetze**. Ich weiß wohl, daß die Redensart: **die Natur ſtrebe** dieſes oder jenes hervorzubringen, dieſen oder jenen Endzweck zu erreichen ꝛc. noch jetzt von vielen Schriftſtellern gebraucht wird. Man muß ſie aber nie für eine phyſikaliſche Erklärung irgend eines Phänomens anſehen. Sie iſt vielmehr ein verdecktes Geſtändniß unſerer Unwiſſenheit, und ſagt doch nichts weiter, als: der Schöpfer habe die Welt ſo geordnet, daß den vorgeſchriebnen Geſetzen gemäß dies oder jenes entſtehen, dieſer

oder jener Zweck befördert werden müſſe, ob wir gleich den Mechaniſmus, durch welchen dieſe Geſetze befolgt werden, und oft ſogar die Geſetze ſelbſt nicht kennen.

Endlich verſteht man insbeſondere unter der Natur eines einzelnen Dinges den Inbegrif aller ſeiner Eigenſchaften, vornehmlich derer, wodurch es ſich von andern Dingen unterſcheidet. So redet man von der Natur des Lichts, des Feuers, der elektriſchen Materie, der Metalle, des Goldes, Eiſens u. ſ. w.

Naturbegebenheiten, ſ. Phänomene.

Naturgeſchichte, Hiſtoria naturalis, *Hiſtoire naturelle.* Dieſen Namen führt diejenige Wiſſenſchaft, welche uns die natürlichen Körper auf unſerer Erde in angemeſſener Ordnung kennen lehrt, die hiſtoriſche Kenntniß der ſinnlichen Gegenſtände auf der Erde. Man könnte ihr ganz ſchicklich den Namen der Naturbeſchreibung beylegen.

Geſchichte heißt überhaupt Erzählung deſſen, was iſt oder geweſen iſt. So wäre Naturgeſchichte im weitläuftigſten Sinne Erzählung deſſen, was in der Natur vorhanden iſt, oder jemals vorhanden war, Aufzählung und Beſchreibung aller natürlichen Körper und ihrer Phänomene. In dieſer Bedeutung würde die Naturgeſchichte eine Wiſſenſchaft von ſehr großem Umfange ſeyn. Sie würde den größten Theil unſerer jetzigen Naturlehre oder Phyſik ſelbſt in ſich begreifen, und ſich blos dadurch unterſcheiden, daß ſie nur hiſtoriſche Kenntniße, d. i. Erzählungen, Beſchreibungen, Claſſificationen lieferte: die philoſophiſche Betrachtung und Entdeckung der Urſachen hingegen der Phyſik überließe. Da wir aber von den Urſachen der Dinge noch ſo wenig wiſſen, ſo iſt es dem jetzigen Zuſtande der Wiſſenſchaften weit angemeſſener, den Umfang deſſen, was unter dem Namen der Naturgeſchichte von der Phyſik getrennt wird, weit enger einzuſchränken.

Aus dieſer Urſache wird aus dem Gebiete der Naturgeſchichte alles, was die Himmelskörper angeht, oder die

Geſchichte des Himmels, ausgeſchloßen, und der Phyſik und Aſtronomie überlaſſen. Ferner wird dasjenige, was die Beſchaffenheit und Veränderungen der ganzen Erdkugel und ihrer Oberfläche betrift, die **allgemeine Phyſik der Erde, phyſiſche Geographie** oder **Naturgeſchichte der Erde** von dem übrigen getrennt und zur Phyſik gerechnet. Endlich ſondert man auch die Betrachtung der einfachen Stoffe und Beſtandtheile der Körper, z. B. des Waſſers, der Luft, der Säuren, Alkalien u. ſ. w. ingleichen der allgemeinen Eigenſchaften der Körper und ihrer Geſetze, von der Naturgeſchichte gänzlich ab, und bildet daraus beſondere Capitel der Phyſik oder Chymie. Dennoch kan man alle dieſe Lehren, in ſofern ſie blos hiſtoriſche Kenntniße begreiſen, wenn man will, unter dem Namen der **allgemeinen Naturgeſchichte** zuſammenſtellen.

Nach dieſer Abſonderung bleibt für die eigentliche oder **beſondere Naturgeſchichte** blos die Aufzählung und Beſchreibung derjenigen **zuſammengeſetzten Körper** übrig, welche auf unſerer Erde von der Natur als beſondere und beſtimmte Individua hervorgebracht, eine längere oder kürzere Zeit erhalten, endlich aber wieder aufgelöſet und zu andern Erzeugungen oder Verbindungen verwendet werden. Dieſe beſondern Körper ſind entweder **unorganiſche**, oder **organiſirte** ſ. **Organiſirte Körper**; die letztern wiederum **empfindungsloſe** oder **empfindende**. Die unorganiſchen Körper in und auf der Erde heiſſen **Mineralien** oder **Foſſilien**; die organiſirten ohne Empfindung **Pflanzen** oder **Vegetabilien**, die organiſirten mit Empfindung **Thiere**, und es beruht hierauf die Eintheilung der natürlichen Körper nach den **drey Naturreichen**, dem **Mineralreiche** (regnum minerale), **Pflanzenreiche** (regnum vegetabile) und **Thierreiche** (regnum animale). Dieſe drey Naturreiche machen nun den Gegenſtand der Wiſſenſchaft aus, die man gewöhnlich Naturgeſchichte nennt, und die ſich, wenn man mit den blos hiſtoriſchen Kenntnißen auch noch philoſophiſche Betrachtung verbindet, in eine **beſondere Phyſik der Erde** verwandlet.

Da es gewiſſe Körper giebt, die man verſchiedener Eigenſchaften wegen zu mehrern Naturreichen zugleich zählen könnte, wie z. B. die Corallengewächſe durch alle drey Reiche verſetzt worden ſind, ehe ſie ihren beſtimmten Platz im Thierreiche behauptet haben, ſo iſt von einigen Naturforſchern, als von **Münchhauſen** (Des Hausvaters, II. B. 2 St. S. 745.) ein Mittelreich für die Thierpflanzen (Zoophyta et Lithophyta) und Pilze (Fungi) angenommen worden. Man hat dies aber nicht nöthig. Denn obgleich die Natur die Vollkommenheiten der Geſchöpfe in ſo feinen Abſtufungen zunehmen läſt, daß es ſchwer wird, die Grenzen der Naturreiche mit völliger Beſtimmtheit zu ziehen, ſo ſind doch der organiſche Bau und die Empfindlichkeit genugſam entſcheidende Kennzeichen, nach welchen ſich jedem natürlichen Körper ſein Platz in einem der drey bekannten Reiche anweiſen läſt. So gehören die Thierpflanzen wegen ihrer Empfindlichkeit zu den Thieren, und würden daher ſchicklicher **Pflanzthiere** heiſſen, die Pilze hingegen ſind wegen des Mangels der Empfindung zu den Pflanzen zu zählen. Zu den letztern gehören auch die Mimoſa ſenſitiva, die Dionaea muſcipula, Averrhoa carambola, u. a., deren Leben und Bewegung ſich bisweilen in einem hohen, an Empfindung ſehr nahe grenzenden Grade, äuſſert. Es liegt aber in dieſer Pflanzenbewegung nichts einem Unterſcheidungsvermögen und einer willkührlichen Bewegung ähnliches. Die Dionaea zieht ihr Blatt zuſammen, es mag daſſelbe von einem Holze, Feder u. dgl. oder von einer Fliege berührt werden: bey dem Polypen aber unterſcheidet ſich die Bewegung ſeiner Arme nach etwas, das ihm zur Nahrung dient, ſehr merklich von der Bewegung bey Berührung anderer Dinge. **Bonnet** (Contemplation de la nature. Amſterdam, 1764. 8.) hat dieſe Unterſchiede und Verbindungen der natürlichen Körper ſehr gut beſchrieben.

Andere haben zu dem Umfange der Naturgeſchichte, Beſchreibungen und Claſſificationen einfacherer Stoffe z. B. verſchiedner Gattungen des Waſſers, der Luft u. ſ. w. gezogen. So nimmt **Wallerius** (Hydrologia. Stockh. 1748. 8.) ein **Waſſerreich**, **Denſo** (J. G. **Wallerius** Hy-

drologie, überſ. v. J. D. Denſo in der Vorr.) ein **Feuer-reich** an, und Titius (Lehrbegrif der Naturgeſchichte zum erſten Unterr. Leipz. 1777. 8.) verbindet unter dem Namen des **Materialreichs** Aether, Luft und Waſſer mit den übrigen rohen unorganiſchen Körpern. Allein dieſe Stoffe ſind zum Theil einfache Materien, welche nur zufällige Abänderungen in ihrer Miſchung und Reinigkeit zeigen, theils bloße Form der Materie, theils, wie der Aether, nur hypothetiſche Subſtanzen, deren Geſchichte blos Erzählung menſchlicher Meinungen iſt, und auf keine Weiſe in eine beſondere Naturgeſchichte gehört.

Man bleibt alſo billig bey der Betrachtung der angenommenen drey Naturreiche ſtehen. Dadurch zerfällt die Naturgeſchichte in die drey großen Abſchnitte der **Zoologie**, welche das Thierreich, der **Botanik**, die das Pflanzenreich, und der **Mineralogie** (Oryktologie), die das Mineralreich zum Gegenſtande hat.

Die Abſicht dieſer Wiſſenſchaften iſt nicht auf Erklärungen aus den Urſachen, ſondern blos auf hiſtoriſche Kenntniß der beſondern Körper gerichtet. Einen Körper kennt man, wenn man ihn durch ſeine weſentlichen Kennzeichen von allen andern unterſcheiden kan, und ſeine Entſtehung, Eigenſchaften, Dauer und Verbindungen mit andern Körpern weiß. Daher iſt es das Hauptgeſchäft der Naturgeſchichte, die unterſcheidenden Kennzeichen der Körper anzugeben, die Körper ſelbſt nach dieſen Kennzeichen bequem zu ordnen, zu benennen, und hiemit nützliche Nachrichten von ihren Eigenſchaften und Verhältnißen zu verbinden.

In dieſer Abſicht werden alle die einzelnen Körper, oder Individuen, welche alle unterſcheidende Kennzeichen, die die Wiſſenſchaft angeben kan, mit einander gemein haben, zu einer **Art** (ſpecies) gerechnet. Die in gewiſſen Haupteigenſchaften übereinſtimmenden Arten machen ein **Geſchlecht** oder eine **Gattung** (genus), und mehrere ähnliche Gattungen eine **Claſſe** aus. Wo noch mehr Unterabtheilungen nöthig ſind, theilt man noch die Claſſen in **Ordnungen**, und die Gattungen in **Familien**. Die Eintheilung und Ordnung der natürlichen Körper nach dieſen

Fächern heißt ein Syſtem. Sie kömmt dem Gedächtniße vortreflich zu Hülfe, und iſt bey der zahlloſen Menge der natürlichen Körper ein unentbehrliches Hülfsmittel, um viele derſelben gleichſam mit einem Blicke zu überſchauen.

Dennoch iſt das Syſtem noch nicht die Naturgeſchichte ſelbſt. Das natürliche Syſtem (Syſtema naturale), als das vollkommenſte würde dasjenige ſeyn, in welchem alle die Körper neben einander ſtünden, die in den meiſten Eigenſchaften übereinſtimmen. In einem ſolchen würde man von dem Platze, den ein Körper darinn behauptet, auf ſeine Eigenſchaften und Verhältniße ſchtießen können. Von einem ſolchen Syſtem aber haben wir höchſtens nur einzelne Fragmente. Wir müſſen uns mit künſtlichen Syſtemen behelfen, in welchen man die weſentlichſte Haupteigenſchaft mehrerer Körper als das Kennzeichen der Claſſe annimmt, und die Ordnungen, Gattungen, u. ſ. w., ſo lange es möglich iſt, nach weſentlichen Kennzeichen, wenn aber dies nicht mehr angeht, blos nach der äuſſern Geſtalt des Ganzen oder einzelner Theile abtheilt. Selten aber läſt ſich von dieſer Geſtalt auf die Eigenſchaften ſchließen, bis man auf die Arten herabkömmt, bey welchen ſich dann Gleichheit der Geſtalt mit Gleichheit der Eigenſchaften in allen Individuen verbindet. Viele halten daher blos die Arten allein für das Werk der Natur, alle übrige Abtheilungen für künſtlich, und mithin ein natürliches Syſtem für unmöglich.

Buffon und Robinet verwerfen alle künſtliche Syſteme als unbrauchbar, ohne zu bedenken, daß man doch erſt die Auſſenſeite eines Körpers kennen, und ſeinen Namen nach derſelben beſtimmen muß, ehe man anfängt, die innere Organiſation oder Miſchung zu unterſuchen, von der ſeine Eigenſchaften abhängen. Es iſt etwas anders, einen Körper unterſcheiden und benennen, etwas anders, ſeine Eigenſchaften beurtheilen. Zu dem erſten helfen doch wenigſtens die künſtlichen Syſteme, die auch gewiß von Linné u. a. in keiner als in dieſer Abſicht, entworfen worden ſind.

Zur Unterſcheidung der natürlichen Körper dienen die äuſſern Kennzeichen z. B. Geſtalt, Anzahl, Lage, Verhältniß der Theile, Farbe, Schwere, Beſchaffenheit der Ober-

fläche u. ſ. w. mit vorzüglicher Leichtigkeit. Sie ſind das erſte, was an den Körpern in die Augen fällt, und bey vielen faſt das einzige, was uns davon bekannt iſt. Es iſt daher ſehr nöthig, den Kunſtworten, mit welchen man ſich über dieſe Kennzeichen ausdrückt, vollkommen beſtimmte Bedeutungen zu geben, wie dies in Abſicht auf die Mineralien Herr Werner (Von den äuſſerlichen Kennzeichen der Foſſilien, Leipzig, 1774. 8.) mit vorzüglichem Fleiße gethan hat. Ein Syſtem aber, das man nach äuſſern Kennzeichen ordnen wollte, könnte ſich nie dem natürlichen Syſteme nähern. Es würde oft Körper von der gröſten innern Verſchiedenheit wegen äuſſerer Aehnlichkeiten zuſammenordnen, und dadurch zu Verwechſelungen Anlaß geben. Zur Eintheilung der Körper nach dem Syſtem muß man alſo die äuſſern Kennzeichen nie ganz allein gebrauchen; man kan ſogar behaupten, daß ſie ſelbſt zur Unterſcheidung und Beſtimmung der Körper nicht allemal vollkommen hinreichend ſind.

Die Kenntniß der innern **Organiſation** der Thiere und Pflanzen macht unter dem Namen der **Anatomie** und **Phyſiologie** der Thiere und Pflanzen einen Theil der Naturgeſchichte aus: bey den Mineralien wird die Kenntniß ihrer Miſchung zur Chymie gerechnet.

So bleibt die Naturgeſchichte, ſelbſt bey der eingeſchränkten Bedeutung des Worts, noch immer ſo weitläuftig, daß man ſie nothwendig von der Phyſik abſondern und als eine eigne Wiſſenſchaft behandlen muß. Da man bey Erlernung der Wiſſenſchaften gewöhnlich von dem Allgemeinen anfängt, und mit dem Beſondern endigt, ſo ſcheint es, als ob die allgemeine Phyſik vor der Naturgeſchichte, oder der beſondern Phyſik der drey Reiche, zu erlernen ſey. Auch laſſen ſich viele Theile der Naturgeſchichte, z. B. Phyſiologie der Thiere und Pflanzen, ohne allgemeine phyſikaliſche und chymiſche Lehren gar nicht verſtehen. Dagegen kan man wiederum beym Vortrage der Naturlehre gewiſſe zur Naturgeſchichte gehörige, beſonders mineralogiſche Kenntniße, nicht entbehren; daher auch neuere Lehrer der Phyſik, z. B. **Karſten** und **Lichtenberg**, ihren Anleitungen das Unent-

behrlichſte aus der Mineralogie beygefügt haben. Ich habe von dieſer Schwierigkeit einer genauen Abſonderung der Naturwiſſenſchaften bereits bey dem Worte: **Chymie** (Th. I. S. 507 u. f.) das hier nöthige beygebracht.

Die beſondern natürlichen Körper der Erde fallen dem Menſchen zunächſt in die Augen, und ſind zu den Bedürfnißen ſeines Lebens unentbehrlich. Daher muß der Urſprung naturhiſtoriſcher Kenntniße ſo alt, als das menſchliche Geſchlecht ſelbſt, ſeyn. Auch wird es wenig Schriften, ſelbſt aus dem höchſten Alterthum, geben, worinn man nicht einzelne zur Naturgeſchichte gehörige Beſchreibungen oder Bemerkungen antreffen ſollte. Eigne Sammlungen ſolcher Nachrichten aber haben erſt die Griechen veranſtaltet, und dadurch der Naturgeſchichte eine wiſſenſchaftliche Form gegeben. **Ariſtoteles** (Hiſt. animalium in *Ariſtotelis* Opp. gr. et lat. ex ed. *Gu. du Val.* Pariſ. 1654. IV Vol. fol., Vol. II, auch beſonders ex ed. *Ph. Jac. Mauſſac.* Toloſae. 1619. fol.), und deſſen Nachfolger **Theophraſt von Ereſus** (De hiſtoria plantarum libri X. gr. et lat. per *Jo. Bod. a Stapel.* Amſtel. 1644. fol. ingl. De lapidibus. **Theophraſt** von Steinen, griech. u. deutſch, mit Hills Anm. aus d. engl. v. **Baumgärtner**. Nürnb. 1770. 8.) ſcheinen den Anfang hiezu gemacht zu haben. In ſpätern Zeiten folgten ihnen **Dioſcorides** (De medica materia L. V interpr. *Marc. Vergilio.* gr. et lat. Colon. 1529. fol.), **Aelian** (De vi et natura animalium L. XVII. cur. *Abr. Gronovio.* London, 1744. Heilbr. 1764. 4. II Vol.) u. a. Eine Sammlung mehrerer alten Schriftſteller von den Thieren hat **Aldus Manutius** (*Ariſtotelis* hiſt. animal. et alii ſcriptores hiſt. anim. Venet. 1513. fol.) herausgegeben. Unter den Römern trug der ältere **Plinius** (*C. Plinii Secundi* Hiſtoriae naturalis L. XXXVII. per *Jac. Dalecamp.* Genev. 1631. fol., cum comm. variorum et notis *Jo. Frid. Gronovii*, Lugd. Bat. 1669. To. III. 8. cum interpr. *Jo. Harduini.* Pariſ. 1685. To. V. 8. 1723. To. III. fol., die Zweybrücker Ausgabe in fünf Bänden, 1783. 8.) einen überaus reichhaltigen Schatz von Beobachtungen und Nachrichten zuſammen, welche ſich über die ganze Naturgeſchichte im

allgemeinſten Sinne des Worts, und ſogar bis auf die Geſchichte menſchlicher Handlungen und Künſte erſtrecken. Aus dieſem ſchätzbaren Werke iſt das Buch eines ſpätern lateiniſchen Grammatikers, des Solinus unter dem Titel: Polyhiſtor, ein bloßer Auszug, der nur durch den gelehrten Commentar des Saumaiſe (*Salmaſii* exercitationes Plinianae in Solinum) bekannter geworden iſt. Aber in allen dieſen Werken der Alten iſt die Naturgeſchichte noch mit einer Menge unrichtiger Beobachtungen und abentheuerlicher Fabeln vermiſcht.

Nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften im Occident nahmen ſich der geſamten Naturgeſchichte beſonders Conrad Gesner in Zürich (in einzelnen Schriften de quadrupedum, avium, ſerpentum, piſcium et aquatilium natura, Tiguri, 1551 — 1560. fol. nachher unter dem Titel: Hiſtoriae animalium To. I — V. Frf. 1586 — 87. fol. *Conr. Gesneri* Opera botanica ed. *Caſ. Chph. Schmiedel.* Norib. P. I. 1753. P. II. 1771. fol. maj. Ej. de omni rerum foſſilium genere. Tiguri, 1565. 8.), Ulyſſes Aldrovandi in Bologna (De quadrupedibus ſolidipedibus, biſulcis, digitatis. — Ornithologiae To. I — III. Bonon. 1646. fol. — Hiſtoria ſerpentum et draconum. 1640. fol. — De piſcibus L. V et de cetis L. I. 1638. fol. — De animalibus inſectis. 1602. fol. — Muſeum metallicum. Bonon. 1648. fol.) und John Ray in England (Synopſis animalium quadrup. et ſerpentum. Lond. 1693. 8. Synopſis avium. Lond. 1713. 8. Synopſ. piſcium. Lond. 1713. 8. Hiſt. inſectorum. Lond. 1710. 4. Hiſt. plantarum generalis. To. I — III. Lond. 1686 — 1704.) an. Andere verdienſtvolle Männer bearbeiteten einzelne Theile, z. B. Wotton, Jonſton, Willughby, Liſter das Thierreich, Cäſalpin, Bauhin, Moriſon, Tournefort, Rivinus das Pflanzenreich, Agricola und in ſpätern Zeiten Henckel die Mineralien. Durch dieſe Bemühungen war man ſchon um die Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts zu einem ziemlichen Reichthum von richtigern Kenntniſſen der Körper gelangt; es fehlte aber dem Ganzen

noch ſehr an einer guten ſyſtematiſchen Ordnung und an genau beſtimmten Benennungen.

Dieſe Mängel hat der königl. ſchwediſche Leibarzt Ritter **Carl Linné** (Syſtema naturae. Leid. 1735. fol. imp. Edit. 12ma. Holm. 1766. IV Vol. 8. nebſt Mantiſſa plantarum, 1767. 8. und Mantiſſa plant. altera, 1771. 8. ingl. Genera plantarum. Lugd. Bat. 1737. Holm. 1764. 8. Species plantarum. Holm. 1735. 1762. To. II. 8.), beſonders im Thier- und Pflanzenreiche mit ungemeinem Glück verbeſſert. Im erſtern legt er ſeinem Syſtem die ſechs Claſſen der Säugthiere, Vögel, Amphibien, Fiſche, Inſecten und Gewürme zum Grunde, und nimmt die Unterabtheilungen in Ordnungen, Gattungen und Arten von dem Unterſchiede gewiſſer Theile, z. B. der Zähne, Schnäbel, Floßfedern, oder der äuſſern Geſtalt her. Hiebey bleibt doch in den Claſſen der Amphibien, Inſecten und Gewürme noch vieles Unbequeme zurück. Im Pflanzenreiche folgt er der ſchon von **Conrad Gesner** und mehreren verſuchten Methode, die Eintheilungen von den Fructificationstheilen herzunehmen, und errichtet daraus ein überaus faßliches Sexualſyſtem, in welchem die Claſſen nach der Anzahl und Lage der Staubfäden (ſtamina), die Ordnungen meiſt nach der Anzahl der Staubwege (piſtilla) beſtimmt ſind. Was die Mineralien betrift, iſt Linné ſo glücklich nicht, als bey den übrigen beyden Naturreichen, geweſen; es haben aber zwey ſeiner Landsleute **Wallerius** (Mineralogia. Stockh. 1747. 8. *Jo. Gottſch. Wallerii* Syſtema mineralogicum. Holm. 1772. II Vol. 8. deutſch v. Leske und Hebenſtreit, Berlin, 1781. II B. 8.) und **Cronſtedt** (Förſök til Mineralogie. Stockh. 1758. 8. deutſch v. A. G. Werner. Leipzig ſeit 1780. 8.) dieſe Lücke glücklich ergänzt. Seit Linnés Zeiten iſt das Studium der Naturgeſchichte in Deutſchland, Schweden, Frankreich, England, Rußland mit vorzüglicher Lebhaftigkeit betrieben worden, man hat zu Beförderung deſſelben ungemeine Koſten aufgewendet, und durch häufig angeſtellte Reiſen in entfernte und ſonſt unbekannte Länder die Anzahl der bekannten natürlichen Körper um ein beträchtliches vermehrt. Die Hülfsmittel dieſes Studiums

an Beſchreibungen, Abbildungen, ſyſtematiſchen Schriften u. ſ. w. ſind in ſo reicher Fülle vorhanden, und vermehren ſich noch jährlich ſo ſtark, daß ihre Anſchaffung die Kräfte eines Privatmanns bey weitem überſteigt, und ein bloßes Verzeichniß derſelben ſchon einen anſehnlichen Band füllen würde. Dennoch iſt dieſes unermeßliche Feld noch bey weitem nicht erſchöpft.

Ein vortrefliches Werk, reich an Schönheiten ſowohl des Inhalts, als der Schreibart, iſt des Grafen **von Buffon** allgemeine und beſondere Naturgeſchichte (Hiſtoire naturelle générale et particulière, avec la deſcription du cabinet du Roi, par Mſſ. *de Buffon* et *d'Aubenton.* à Paris. 1749 — 1767. Tome I — XV. 4. und 12. deutſch: Allgemeine Hiſtorie der Natur ꝛc. durch **Käſtner**. Hamb. u. Leipz. ſeit 1750. 4. ingl. Hrn. **von Buffons** allgemeine Naturgeſchichte, mit Zuſätzen von **F. H. W. Martini**, Berlin 1771 u. f. gr. 8.), obgleich, was das allgemeine betrift, viele Hypotheſen des Verfaſſers ſehr mangelhaft ſind. Kürzere Einleitungen in dieſe Wiſſenſchaft enthalten die Lehrbücher von **Erxleben** (Anfangsgründe der Naturgeſchichte, Göttingen, 1767. 8. zwote Aufl. 1773. 8.), **Leske** (Anfangsgr. der Naturg. Erſter Theil, Allgemeine Naturgeſchichte und Thiergeſchichte, Leipzig, 1779. gr. 8.) und vorzüglich von **Blumenbach** (Handbuch der Naturgeſchichte. Dritte Aufl. Gött. 1788. 8.). Zur Bewunderung der Weisheit des Schöpfers und zur philoſophiſchen Betrachtung der Natur führen in einem angenehmen Vortrage die Werke des **Plüche** (Spectacle de la nature. Paris 1732. 12. in den erſten 4 Bänden), **Bonnet** (Contemplation de la nature. nouv. ed. Hamb. 1782. III Vol. 8.) und **Trembley** (Inſtruction d'un pere à ſes enfans. Genev. 1775. II Vol. 8.).

Da die Nomenclatur einen beträchtlichen Theil der Naturgeſchichte ausmacht, ſo ſind die Wörterbücher des **Bomare** (*Valmont de Bomare* Dictionnaire de l'hiſtoire naturelle. Paris, 1775. VI Vol. 4.) und andere (Onomatologia hiſtoriae naturalis completa od. Lexicon der Naturg. Ulm, 1766. gr. 8. ingl. Neuer Schauplatz der Natur in alphab. Ordn. Leipz. 1775. u. f. X Bände, gr. 8.) dabey

ſehr brauchbar. Die Kenntniß guter Bücher läßt ſich aus **von Rohr** (Phyſikal. Bibliothek, herausg. v. Käſtner, Leipz. 1754. 8.), **Boerhave** (Methodus ſtudii medici ed. ab *Alb. ab Haller*. Amſt. 1751. 4maj. To. I et II.), **von Münchhauſen** (Des Hausvaters zweyter Theil, Hannov. 1766. 8.), **Erxlebens** Anfangsgründen und **Beckmanns** phyſikaliſch ökonomiſcher Bibliothek ſchöpfen; und die neuſten Entdeckungen von Zeit zu Zeit zu erfahren, dienen die Journale von **Rozier** (Journal de Phyſique. Paris, ſeit 1773. 4.), **Lichtenberg** (Magazin für das Neuſte aus d. Phyſik und Naturgeſchichte. Gotha, ſeit 1781, fortgeſetzt von **Voigt**, ſeit 1786. 8.) nebſt einer Menge anderer Zeitſchriften (z. B. Der Naturforſcher, Halle ſeit 1773. 8.).

Der Nutzen der Naturgeſchichte bedarf keines Beweiſes, da es in die Augen fällt, daß alle menſchliche Bearbeitungen der Körper, wovon die Befriedigung aller Bedürfniße und die Abwendung der äuſſern Uebel und Gefahren abhängt, Kenntniß der Körper, d. i. Naturgeſchichte, vorausſetzen, und da es am Tage liegt, wieviel durch die fleißigere Ausbildung dieſer Wiſſenſchaft in neuern Zeiten, Naturlehre, Arzneykunde, Haushaltungskunſt, ja ich darf ſagen, alle Künſte und Wiſſenſchaften überhaupt, gewonnen haben.

Naturgeſetze, Leges naturae, *Loix de la nature*. Mit dieſem Namen belegt man gewiſſe aus den Beobachtungen der Natur gezogne allgemeine Regeln, nach welchen ſich dieſe oder jene Wirkungen und Veränderungen in der Körperwelt zutragen. Wir finden durchgängig, daß die Körper unter eben denſelben Umſtänden auch eben dieſelben Wirkungen hervorbringen und eben dieſelben Veränderungen leiden. Haben wir nun etwas dieſer Art durch alle angeſtellte Erfahrungen in allen bisher beobachteten Fällen wahrgenommen, ſo ſchließen wir durch Induction, es erfolge unter gleichen Umſtänden ebendaſſelbe auch in den nicht beobachteten Fällen, und werde in allen künftigen Fällen wieder erfolgen. Ein ſolcher Satz giebt alſo eine Regel ab, aus welcher ſich beobachtete Phänomene erklären, und zu-

künftige vorherſagen laſſen. Er enthält eine Beſtimmung eines beſtändigen **Erfolgs**, der unter gleichen Umſtänden immer der nemliche iſt. Alle ſolche beſtändige Erfahrungen könnten ſchon Naturgeſetze heiſſen: gemeiniglich aber haben mehrere derſelben noch etwas gemein, und es laſſen ſich aus ihnen noch allgemeinere Erfahrungsſätze abſtrahiren, die eine noch größere Menge beſtändiger Erfahrungen unter ſich begreifen. Die einfachſten und allgemeinſten dieſer Sätze heiſſen nun vorzugsweiſe **Naturgeſetze**, beſonders, wenn ſie genaue mathematiſche Beſtimmungen über die Größe der Wirkungen mit ſich führen.

So iſt es z. B. eine allgemeine Erfahrung, daß jeder freygelaſſene Stein lothrecht niederfällt. Eben ſo: daß jeder freygelaſſene Körper an der Erde lothrecht niederfällt. Ausnahmen, wie bey den Aeroſtaten, welche freygelaſſen aufſteigen, laſſen ſich aus den Umſtänden ſo erklären, daß die Regel dadurch nur noch mehr beſtätiget wird. Der Aeroſtat würde auch niederfallen, wenn die Luft nicht ſein ganzes Gewicht trüge, und ihn noch überdies höbe. Dies giebt alſo den allgemeinen Satz: Alle bekannte Körper ſtreben gegen die Erde zu fallen. Schon dies kan ein Naturgeſetz heiſſen.

Weil man aber auch bemerkt, daß alle Materien, bey welchen Wahrnehmungen dieſer Art möglich ſind, z. B. die Gewäſſer gegen den Mond zu fallen ſtreben, daß die Theile des Monds und aller Planeten gegen die ganzen Maſſen dieſer Körper gravitiren, daß der Mond gegen die Erde, daß Erde und alle Planeten gegen die Sonne und gegen einander ſelbſt ſchwer ſind u. ſ. w., ſo zieht man hieraus den weit allgemeinern Satz: **Alle bekannte Materien ſind gegen einander ſchwer.**

Da man nun nach **Newtons** Entdeckungen dieſem Satze noch die mathematiſche Beſtimmung beyfügen kan, daß die Materien im directen Verhältniße der Maſſe und im umgekehrten des Quadrats der Entfernung ſchwer ſind, ſo behauptet derſelbe unter dem Namen des **Geſetzes der Gravitation** einen vorzüglichen Rang unter den bisher be-

kannten Naturgeſetzen, und es laſſen ſich ihm unzählbare Phänomene unterordnen, und wieder aus ihm herleiten.

Die vornehmſten Naturgeſetze ſind in dieſem Wörterbuche an der Stelle, die dem Worte: Geſetze gehört (Th. II. S. 465 u. f.) namentlich angeführt, mit Verweiſung auf die Artikel, welche von jedem derſelben ausführlichere Nachricht geben.

Alle dieſe Geſetze gründen ſich auf Erfahrung, und was man aus ihnen ſchließt oder herleitet, iſt auf Induction gebaut. Man ſchließt nemlich, was in allen bekannten Fällen erfolgt ſey, werde oder müſſe in eben dieſen Fällen allezeit wieder erfolgen. So ſind die Naturgeſetze eigentlich Sammlungen von Erfahrungen, die man blos der Erleichterung und guten Methode wegen in allgemeine Sätze zuſammenfaßt — wirklich ſind in der Natur nur die einzelnen Wirkungen vorhanden, die Geſetze exiſtiren blos in den Ideen der Naturforſcher, oder in dem Syſtem der Naturlehre.

Daher iſt auch die Kenntniß der Naturgeſetze noch nicht Kenntniß der wirkenden Urſachen und des Mechaniſmus, durch den die Phänomene in der That hervorgebracht werden. Die Geſetze lehren nur, was geſchehe, nicht **wodurch** und **wie** es geſchehe. So iſt Urſache und Mechaniſmus der Gravitation, der Mittheilung der Bewegung u. ſ. w. gänzlich unbekannt, ob wir gleich die Geſetze dieſer Phänomene ſehr wohl kennen. Eben dies iſt der Fall bey den meiſten phyſikaliſchen Gegenſtänden. Zum Glück iſt die Kenntniß der Geſetze für den praktiſchen Gebrauch bey weitem nützlicher, als die Kenntniß der Urſachen, welche ſehr oft blos zu Befriedigung der Wißbegierde dient; bisweilen hat aber auch die genaue Beſtimmung der Geſetze auf die Entdeckung der Urſachen geleitet.

Wenn die ſcholaſtiſchen Phyſiker die Phänomene des Saugens und der Spritzen aus einem **Abſcheu der Natur gegen die Leere** erklärten, ſo lag darunter eigentlich der allgemeine Satz verborgen: Im Luftkreiſe werden die Körper gegen jeden luftleeren Raum nach allen Seiten zu getrieben. Dieſen wahren Erfahrungsſatz kleidete man irrig ſo ein, daß er die Kenntniß einer Urſache zu enthalten ſchien,

die man in Neigungen und Abſichten einer perſonificirten Natur zu finden glaubte. Galilei und Torricelli beſtimmten das Geſetz genauer, und zeigten, daß jede Fläche ſo ſtark gegen einen luftleeren Raum getrieben werde, als ob ſie von dem Gewicht einer Waſſer- oder Queckſilberſäule von gewiſſer Höhe gedrückt würde. Dadurch bemerkte man, daß die wahre Urſache in dem beſtimmten Gewicht einer drückenden Materie zu ſuchen ſey, und weil dies keine andere als die Luft ſeyn konnte, ſo entdeckte man dadurch die richtige Urſache, den **Druck des Luftkreiſes.** So iſt das vorige Geſetz, in welchem man ſchon eine letzte phyſikaliſche Urſache zu ſehen geglaubt hatte, in der heutigen Phyſik blos eine Folge aus den Geſetzen des Drucks elaſtiſcher Flüßigkeiten. Auf eine ähnliche Art ſind mehrere Irrthümer der Alten verdrängt worden.

Ueberhaupt iſt es der größte Vorzug der neuern Phyſik, daß ſie ſich mehr mit Beſtimmung und Berichtigung der Geſetze, als mit Entdeckung der Urſachen, d. i. mehr mit Erfahrung, als mit Speculation, beſchäftiget. Es iſt auch in dieſem Felde noch genug zu thun übrig. Wir kennen noch bey weitem nicht alle Geſetze der Natur, und ſehr vielen bekannten, z. B. den Geſetzen der Elektricität und des Magnetiſmus, fehlt es noch an genauen mathematiſchen Beſtimmungen.

Viele haben ſich bemüht, mehrere ſchon an ſich ſehr einfache Naturgeſetze unter ein einziges noch allgemeineres zuſammenzubringen. So zog **Leibnitz** (Act. Erud. Lipſ. Jun. 1682.) die Geſetze der Optik, Katoptrik und Dioptrik in ein einziges, **Johann Bernoulli** mehrere ſtatiſche und mechaniſche Geſetze in ſeinen Grundſatz der Erhaltung lebendiger Kräfte, ſ. **Kraft lebendige**, v. **Maupertuis** (Accord de differentes loix de la nature in den Oeuvr. de *Maupertuis*, Lyon. 1768. 8. To. IV. p. 3 ſq.) die meiſten bekannten Naturgeſetze in das **Geſetz der kleinſten Wirkung** oder der **Sparſamkeit** zuſammen, ſ. **Wirkung**. Solche Erfindungen machen dem Witze ihrer Urheber Ehre; es geht aber insgemein bey ſo weit getriebnen Abſtractionen und Aufſuchung entfernter Aehnlichkeiten zu viel von der

Deutlichkeit und Beſtimmtheit der Begriffe verlohren. Man muß ſich daher hüten, ſinnreiche Einfälle dieſer Art für allgemeine Principia zu halten, woraus ſich etwa die ganze Natur erklären und enthüllen laſſe. Noch weniger kan man die aus ſolchen Principien hergeleiteten Erklärungen der ſpeciellen Naturgeſetze für phyſikaliſche Demonſtrationen derſelben gelten laſſen, da überhaupt die Naturgeſetze nichts über wirkende Urſache und Mechaniſmus lehren und anders nicht, als durch Erfahrung und Induction, erwieſen werden können. Im übrigen kan es wohl ſeyn, daß die Welt nach einem ſehr einfachen Plane, vielleicht nach einem einzigen allgemeinen Grundgeſetze, geordnet iſt; nur möchte es wohl dem Menſchen noch nicht vergönnt ſeyn, in dieſen Plan mit gehöriger Deutlichkeit ſo tiefe Blicke zu thun, und das Univerſalgeſetz mit Beſtimmtheit anzugeben.

Naturlehre, ſ. **Phyſik**.

Nebel, Nebulae, *Brouillards*. So nennt man die ſichtbaren Dünſte in der Nähe der Erdfläche. In höhern Stellen des Luftkreiſes werden ſie Wolken genennt. Beydes ſind Anhäufungen von Dunſtbläschen oder blaſenförmigen Dünſten, ſ. **Dünſte**, welche der Luft ihre Durchſichtigkeit benehmen und dadurch ſelbſt ſichtbar werden. Nebel und Wolken unterſcheiden ſich blos durch die Stelle, welche ſie im Luftkreiſe einnehmen, und man kan die Nebel ſehr richtig **niedrigſchwebende Wolken** nennen. Ich will daher über das, was ihre Entſtehung und Natur betrift, auf den Artikel: **Wolken** verweiſen, und hier blos einige Bemerkungen über die Nebel insbeſondere mittheilen.

Wenn man mit Le Roi, de Sauſſüre, und den meiſten jetzigen Naturforſchern, die Ausdünſtung als eine Auflöſung des Waſſers in der Luft betrachtet, ſo iſt es natürlich, die Nebel als einen **Niederſchlag** aus dieſer Auflöſung anzuſehen. Da nun ein Niederſchlag vorausſetzt, daß die Luft mit Waſſer geſättigt ſey, ſo können eigentliche Nebel nie anders, als bey dem äuſſerſten Grade der Feuchtigkeit der Luft entſtehen, den auch das dem Nebel ausgeſetzte Hygrometer allezeit anzeigt. Wird durch zunehmende Wär-

me oder andere Urſachen die Auflöſungskraft der Luft verſtärkt, ſo löſet ſie den Nebel wieder auf, und er kan alsdann ganz oder zum Theil verſchwinden. Wird durch Kälte u. dgl. die Auflöſungskraft vermindert, ſo kan ſich Niederſchlag in Blaſengeſtalt erzeugen, oder der ſchon erzeugte ſtärker werden. Verſchwindet die Urſache, welche den Dünſten die Blaſengeſtalt giebt, ſo verwandlen ſie ſich in concretes oder wahres tropfbares Waſſer, und fallen als Thau oder Staubregen zu Boden.

Hieraus erklären ſich nun die meiſten Phänomene der Nebel mit ziemlicher Leichtigkeit. Erkältung einer vorher wärmern Luft iſt die gewöhnlichſte Urſache ihrer Entſtehung, eben ſo, wie der wärmere Hauch der Menſchen und Thiere in kalter Luft ſichtbar wird. Sie ſind im Frühlinge und Herbſte, ingleichen des Morgens und Abends, am häufigſten: im Frühlinge und am Morgen, weil alsdann die Oberfläche der Erde erkältet iſt, und die von der Sonne ſchon erwärmte Luft der obern Gegenden, wenn ſie herabkömmt, einen Theil der Dünſte fallen läſt: im Herbſte und des Abends, weil alsdann die erwärmte Erdfläche ſtärker ausdünſtet, und die erkaltenden Luftſchichten einen großen Theil dieſer Dünſte wieder fallen laſſen.

Wird bey einem Nebel die Luft ſchnell erwärmt, oder durch Winde mehr ungeſättigte Luft herbeygeführt, ſo löſen ſich die Dunſtbläschen auf, und der Nebel zertheilt ſich. Wird die Luft der obern Gegenden ſchwerer, ohne daß ſich zugleich ihre Auflöſungskraft vermehrt, ſo ſteigt der Nebel, und bildet Wolken oder einen trüben Himmel. Verwandlet ſich der Nebel in tropfbares Waſſer, ſo fällt er, benetzt die Erdfläche, und es folgt hierauf gewöhnlich ein heiterer Tag.

Da große Waſſerflächen vorzüglich ſtark dünſten, und heftige Bewegung alle Auflöſungen befördert, ſo ſieht man, warum die Orte an der See und in der Nähe großer Gewäſſer oder Sümpfe, den Nebeln mehr, als andere, ausgeſetzt ſind, und warum man bey ſtarken Waſſerfällen beſtändige Nebel antrift. Die Winde hingegen zerſtreuen

die Nebel, weil ſie durch ihren Stoß die Dunſtbläschen mit ſich fortreiſſen und in andere Gegenden führen.

Menſchen, Thieren und Pflanzen können die Nebel an ſich nicht ſchaden, wohl aber kan die Feuchtigkeit der Luft, welche dabey ſtatt findet, und die Verdichtung der Dünſte an der Oberfläche des Körpers ſelbſt, nachtheilig auf die Geſundheit wirken. Auch können fremdartige den Nebeln beygemiſchte Theile, dergleichen man oft durch den Geruch, und durch ein ſchmerzhaftes Gefühl in den Augen beym Nebel entdeckt, ſchädliche Einflüße haben. In Frankreich hat man eine gewiſſe Verderbniß oder ein Auswachſen des Getraides, vornehmlich des Roggens, das **Mutterkorn**, *(Bled cornu, Seigle ergoté)*, einer beſondern Art von Nebeln bey feuchten und warmen Sommerwinden, dem **Honigthaue** *(Nielle)* zuſchreiben wollen: wahrſcheinlicher aber rühret daſſelbe von Inſecten her, welche dieſe Winde mit ſich bringen.

Da aber auch andere Subſtanzen, auſſer dem Waſſer, in Dampfgeſtalt mit der atmoſphäriſchen Luft vermengt seyn, und ihre Durchſichtigkeit ſtören können, ſo kan man leicht etwas zu den Nebeln rechnen, was in der hier angenommenen Bedeutung des Worts nicht zu ihnen gehört. Von dieſer Art ſind diejenigen Nebel, welche wenig oder gar nicht aufs Hygrometer wirken, und insgemein **trockne Nebel** *(brouillards secs)*, **Höhenrauch, Heiderauch, Sonnenrauch** genannt werden. Zu dieſen gehörte der Nebel im Sommer 1783, der ſich über ganz Europa, ſogar bis in einige entfernte Meere, und bis auf eine ziemliche Tiefe unter die Erde erſtreckte, auch vom Junius bis in die Mitte des Auguſts ununterbrochen anhielt. Die Sonne erſchien dadurch ganz roth; die Luft war faſt immer ſchwül und drückend, und zeigte ſich durch das Eudiometer ſtark phlogiſtiſirt. Dieſes merkwürdige Phänomen hat viele Schriften veranlaſſet (Gedanken über den ſo lang angehaltenen ungewöhnlichen Nebel von F. v. B. (v. Beroldingen) Braunſchw. 1783. 8. **Mich. Torcia** an Toaldo zu Padua von dem Höhenrauch 1783 in Neapel und Calabrien, im deutſchen Merkur, April 1774. *Senebier* ſur la vapeur,

qui a regné pendant l'été de 1783 in *Rozier* Journ. de phyſ. May 1784. Ephemerides ſocietatis meteorolog. Palatinae in Obſ. anni 1783). Einige haben dieſen Höhenrauch einer plötzlich auf naſſe Witterung gefolgten Wärme zugeſchrieben; andere haben ihn mit den im Febr. 1783 vorhergegangnen fürchterlichen Erdbeben in Calabrien und andern Ländern in Verbindung zu bringen geſucht (ſ. Vom Erdbeben auf Island im J. 1783 durch **S. M. Holm**, aus dem dän. Copenh. 1784. 8. S. 66 u. f.). Herr **de la Lande** (Magazin für das Neuſte aus d. Phyſik. II B. 2 St. S. 98.) fand in den meteorologiſchen Regiſtern der pariſer Akademie vom Julius 1764. ein ähnliches Phänomen aufgezeichnet und vermuthet daher, daß es mit der auf dem Mondcykel beruhenden Witterungsperiode von 19 Jahren (ſ. **Meteorologie**) zuſammenhange.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. natur. To. II. §. 2316. ſqq.

Errleben Anfangsgr. der Naturl. Vierte Aufl. durch Lichtenberg. §. 732. u. f.

Nebelſterne, Nebelflecke, Stellae nebuloſae, *Etoiles nebuleuſes*, Sterne, die wie helle Wölkchen am Himmel ausſehen. Wenn man ſie durch Fernröhre betrachtet, ſo ſcheint es drey Claſſen derſelben zu geben. Einige zeigen ſich als einzelne in einen Nebel eingehüllte Sterne; andere beſtehen aus Mengen kleiner Sterne, und werden **Sternhaufen** genannt; noch andere erſcheinen als bloße neblichte Stellen oder unförmliche Lichtmaſſen, und führen den eigentlichen Namen der **Nebelflecke**.

Das berliner aſtronomiſche Jahrbuch für 1779 liefert (Samml. der Beob. &c. S. 65 u. f.) ein Verzeichniß von 75 Nebelſternen, welche zum Theil erſt von Herrn **Bode** entdeckt worden ſind. Abbildungen und Beſchreibungen der merkwürdigſten finden ſich in dem von **Bode** herausgegebenen Himmelsatlas (Vorſtellung der Geſtirne auf XXXIV Kupfertafeln. Berlin u. Stralſund, 1782 in kl. Landkartenformat, auf dem 30ſten Blatte). Ihre Anzahl iſt aber ſeitdem durch teleſkopiſche Beobachtungen von Pigott,

Darquier, und vorzüglich von Herrn Herſchel ungemein vermehrt worden, wovon man die Nachrichten von Zeit zu Zeit in den neuſten aſtronomiſchen Jahrbüchern des Herrn Bode findet. Am 12. Junii 1785 belief ſich die Zahl der von Herſchel beobachteten Nebelſterne ſchon auf 1249, und es ſind ſeitdem noch mehrere neue hinzugekommen.

Unter den Sternhaufen iſt der gröſte die Krippe (Praeſepe) im Sternbilde des Krebſes. Galilei (Nunc. ſider. p. 31.) nahm darinn 36 einzelne Sterne wahr; Bode zeichnet deren 40 nach Maraldi und de la Hire Beobachtungen. Kleinere finden ſich an mehreren Stellen des Himmels, drey allein im Sternbilde des Fuhrmanns, ein gröſserer im Schützen, und ein merkwürdiger, den Kirch im J. 1681 mit einem Kometen verglich, im Sobieskiſchen Schilde beym Fuße des Antinous. Das Siebengeſtirn (Plejades), worinn ſich durch Fernröhre auf 120 Sterne zeigen, läſt ſich hieher nicht rechnen, weil ſich hier die einzelnen Sterne ſchon mit bloßen Augen unterſcheiden laſſen.

Unter den eigentlichen Nebelflecken iſt der merkwürdigſte am Schwerdte des Orions von Huygens (Syſtem. Saturn. p. 8.) entdeckt, und als ein dreyfacher Stern mit einem unförmlichen Lichte umgeben (lucida regio ambit, irregulari figura, ita ut coelum hiatu quodam interruptum videatur, per quem in plagam magis illuſtrem ſit proſpectus) beſchrieben worden. Man findet ihn auf einer Karte in Doppelmayrs Himmelsatlas, weit beſſer aber nach Meſſier's Beobachtungen im Bode (Vorſtellung der Geſtirne 30ſtes Bl. Fig. 5.) abgebildet. Ein anderer im Gürtel der Andromeda (ebend. Fig. 8.) iſt dem bloßen Auge ſichtbar, und ſchon 1612 von Simon Marius (Mund. Jovial. p. 5.) erwähnt. Er erſcheint wie zween Kegel, deren Grundflächen an einander ſtehen, und 15 Min. im Durchmeſſer haben.

Herr Herſchel hat einer eignen Art von Nebelflecken den Namen planetariſcher Nebelſterne gegeben. Sie ſind ſehr klein, und erſcheinen durch ein Fernrohr von einem Fuß nur als Fixſterne der neunten Größe. Bey ſtärkerer Vergrößerung aber zeigen ſie eine faſt eben ſo abgeſchnittene

Scheibe, wie die Planeten, welche beynahe rund iſt und ein gleichförmiges Licht hat. Darquier hat ſchon einen dieſer Art zwiſchen den Sternen β und γ der Leyer geſehen, der die ſcheinbare Größe des Jupiters, aber einen ſehr matten Schein hat, wie etwa das Licht der dunkeln Mondſcheibe vor dem erſten und nach dem letzten Viertel (ſ. **Mondsphaſen**). Eben denſelben Stern hatte auch Herr **Bode** 1781 im Auguſt beobachtet (ſ. Magazin für das Neuſte aus d. Phyſ. I B. 3 St. S. 154.).

Die **Sternhaufen** ſind ein Phänomen, das ſich nothwendig zeigen muß, ſo oft wir von der Erde aus eine große Menge Sterne nach einerley Gegend, oder faſt nach einerley Linie hin, ſehen. So nahe ſich dieſe Sonnen zu ſtehen ſcheinen, ſo können ſie doch in ſehr entfernten Theilen dieſer Linie, und in großen Abſtänden von einander liegen. Vielleicht aber machen auch dieſe Sternhaufen eigne Fixſternſyſteme aus, die mit demjenigen Aehnlichkeit haben, zu welchem unſere Sonne mitgehört, und von deſſen Geſtalt bey dem Worte: **Milchſtraße** geredet worden iſt.

Ueber die eigentlichen **Nebelflecke** ſind die Meinungen ſehr getheilt geweſen. Einige haben ſie für unförmliche Lichtklumpen gehalten, welches auch **Maupertuis** (Sur les differentes figures des aſtres in den *Oeuvres de Maup.* Lyon. 1768. 8. To. I. p. 142 ſq.) für möglich hält. Erhabner iſt der Gedanke, daß es auſſer dem Fixſternſyſteme, zu welchem unſere Sonne mit allen den einzelnen Fixſternen gehört, noch mehrere dergleichen große Syſteme im Weltraume giebt, von denen wir bey den entferntern die zahlloſen einzelnen Sonnen gar nicht mehr unterſcheiden können, ſondern nur den vereinigten Lichtſchimmer des Ganzen unter der Geſtalt eines runden oder länglichen Nebelflecks wahrnehmen, ſ. **Weltgebäude**.

Bode Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, II. Th. §. 633. 634. imgl. Aſtronomiſches Jahrbuch, in den Jahrgängen v. 1783—1790.

Nebenmonden, Paraſelenae, *Paraſelenes*. Dieſe Erſcheinung, welche zu den glänzenden oder optiſchen

Meteoren gerechnet wird, beſteht darinn, daß man auſſer dem wahren Monde noch Bilder von ihm am Himmel ſieht, die meiſtens durch einen hellen Ring oder Kranz mit einander verbunden ſind. Da ſie ohne Zweifel aus eben den Urſachen entſtehen, wie die ähnlichen Bilder der Sonne, ſo kan ich mich darüber ganz auf den Artikel **Nebenſonnen** beziehen.

Beyſpiele von beobachteten Nebenmonden von den Zeiten der Römer an (ſ. *Plinii* Hiſt. nat. II. 32. ſoles nocturni) bis auf die Mitte dieſes Jahrhunderts hat **Muſſchenbroek** (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 2474.) geſammlet.

Nebenplaneten, Monden, Trabanten, Satelliten der Planeten, Planetae ſecundarii, Lunae, Satellites planetarum, *Planétes du ſecond ordre*, *Satellites*. Dieſen Namen geben die Aſtronomen denjenigen Weltkörpern unſers Sonnenſyſtems, welche ihre Umläufe um einen Hauptplaneten, d. i. um einen ſolchen verrichten, der um die Sonne ſelbſt läuft. So iſt unſer Mond ein Nebenplanet oder Trabant der Erde.

Vor der Erfindung der Fernröhre war auſſer unſerm Monde, kein Nebenplanet bekannt, und in den ältern Syſtemen ward ſelbſt dieſer mit zu den Hauptplaneten, die man ſämtlich um die Erde gehen ließ, gerechnet. Nach dem copernikaniſchen Syſtem ſchien es eine Ausnahme von der Regel und ein eigner Vorzug der Erde zu ſeyn, daß ſie einen Begleiter habe: die Fernröhre aber zeigten gar bald, daß dieſe Begleitung von Monden mehrern Planeten gemein ſey.

Schon im November des Jahres 1609 bemerkte **Simon Marius**, oder **Mayer** in Anſpach, Mathematicus der brandenburgiſchen Marggrafen in Franken, durch eines der erſten holländiſchen Fernröhre, die nach Deutſchland kamen (ſ. **Fernrohr**, dieſes Wörterb. Th. II. S. 181.), um den Jupiter, der damals **rückläufig** war, einige kleine Sterne, die immer in gerader Linie mit ihm, bald auf dieſer, bald auf jener Seite ſtanden, und ihn bey ſeinem Rücklaufe den ganzen December hindurch begleiteten. Er kam auf die Vermuthung, daß dieſe Sterne dem Jupiter zu-

gehörten, und fieng an, ſie vom 29 Dec. bis zum 12 Jan. 1610 genauer und durch beſſere Gläſer zu beobachten. Eine Reiſe unterbrach dieſes Geſchäft bis zum 8 Februar, von welchem Tage an Marius die Beobachtungen fortſetzte, und um den Anfang des März völlig überzeugt ward, daß dieſer Sterne vier, und daß ſie Monden des Jupiters wären. Er verzögerte die öffentliche Bekanntmachung hievon bis 1614, da er erſt ſeine Schrift hierüber (Mundus Jovialis, a. 1609 detectus, ope perſpicilli Belgici. Norib 1614. 4.) mit Tafeln über die Bewegungen dieſer Sterne herausgab, und dieſelben ſeinen Marggrafen zu Ehren Sidera Brandeburgica nannte.

Inzwiſchen hätte Galilei durch ein von ihm ſelbſt zuſammengeſetztes Fernrohr (ſ. den Art. **Fernrohr** a. a. O.) dieſe Sterne am 7 Jan. 1610 ebenfalls geſehen, kam aber dem **Marius** in ſchneller Beurtheilung, genauer Beobachtung und Bekanntmachung der Sache weit zuvor. Denn noch in eben dem Jahre theilte er die Nachricht von der Entdeckung der Jupitersmonden in ſeinem Nuncius ſidereus (Venet. 1610. 4. und Frf. 1610. 8.) dem Publicum mit, begleitete ſie mit Beſtimmungen ihrer Umlaufszeiten, die weit genauer, als die des Marius, ſind, und nannte dieſe Sterne zu Ehren des großherzoglich-toſcaniſchen Hauſes, Sidera Medicea. Bey den damaligen Geſinnungen der Schulgelehrten gab es ſehr viel Ungläubige, auch vorſetzliche Feinde des Galilei, die ſeine Entdeckung bezweifelten oder verdächtig machten. Ein Böhme **Martin Horky**, der ſich damals in Italien aufhielt, ſchreibt an **Keplern** (Epiſtolae ad Keplerum ſcriptae ed. *Hanſchio*. Lipſ. 1718. fol. ep. CCCIII. p. 489), er habe in Bologna Galileis Fernrohr heimlich bekommen, und ſich überzeugt, daß es am Himmel trüge, weil er beym Alcor im großen Bären dadurch ebenfalls vier Sterne geſehen habe. Dies ſey in Gegenwart des Galilei bononiſchen Gelehrten am 25 April 1610 gezeigt worden, wobey Galilei verſtummt und am folgenden Tage traurig von Bologna abgereiſet ſey. Aber die Wahrheit ſiegte bald, als die Fernröhre häufiger wurden. Noch in eben dem Jahre beſtätigte **Kepler** die Entdeckung

(Narratio de obſervatis a ſe quatuor Jovis ſatellitibus erronibus, Pragae, 1610. 4. Frf. 1611. 4.), über die er auch in einer andern Schrift (Diſſertatio cum nuncio ſidereo ad Galilaeum miſſa Prag. 1610. 4.) mit Recht triumphirt, weil dadurch der Lauf der Erde um die Sonne mit ihrem einzigen Monde, vollkommen beſtätiget werde.

Dieſe Jupiterstrabanten hat alſo **Marius** früher geſehen, **Galilei** aber zuerſt genau beobachtet und bekannt gemacht. Je beſcheidner Marius ſelbſt dem Galilei die erſte Entdeckung in Italien zugeſteht; deſto unhöflicher nennt des letztern Lobredner **Aloyſius Brenna** (De vita et ſcriptis Galilaei Galileji in *Angeli Fabronii* Vitis Italorum doctrina excellentium, Vol. I. Piſis, 1778. 8maj. p. 53.). den Marius „hominem, quo nihil petulantius dici vel fingi „poterat", ſo wie den geheimden Rath **Fuchs von Bimbach** oder **Beinbach**, auf deſſen Zeugniß ſich jener beruft, einen „neſcio quem". Auch Herr **Jagemann** im Leben des Galilei (S. 42. 43) nennt des Marius Erzählung unbillig ein **Vorgeben**. Es iſt hiebey noch zu bemerken, daß Marius ſeine Entdeckung ſchon im fränkiſchen Kalender von 1612 erzählt hat, wie Herr **Beckmann** (Beytr. zur Geſchichte der Erfind. I B. S. 117.) aus den geſammleten Nachrichten der ökonomiſchen Geſellſchaft in Franken (zweyter Jahrgang, Anſpach 1776. 4.) anführt.

Dieſe Jupitersmonden ſind ſchon durch gemeine Fernröhre von 2 — 3 Fuß ſichtbar. Da ihre Bahnen gegen die Ebne der Ekliptik unter ſehr kleinen Winkeln geneigt ſind, ſo ſcheinen ſie von der Erde aus faſt immer in der geraden Linie zu ſtehen, welche mit der Ekliptik parallel durch Jupiters Mittelpunkt geht. Eigentlich aber erſcheinen ihre Bahnen, als ſehr ablange Ellipſen. Wenn ſie bey ihrem Umlaufe in den Schatten des Jupiters kommen, werden ſie verfinſtert; wenn ſie zwiſchen ihm und der Erde hindurchgehen, ſieht man bisweilen ihren Schatten auf der Scheibe des Jupiters, ſ. **Finſterniße**. Dadurch wird völlig gewiß, was man ohnehin vermuthen würde, daß ſie dunkle Körper ſind, und, wie unſer Mond, nur von der Sonne erleuchtet werden.

Tafeln über den Lauf der Jupiterstrabanten haben aus den Beobachtungen der Aſtronomen Caſſini (Ephemerides Bononienſes Mediceorum ſiderum. Bonon. 1668. fol. Tables des ſatellites de Jupiter reformées ſur des nouvelles obſerv. Paris, 1693. 4.), genauer in neuern Zeiten der Ritter Wargentin, hergeleitet. Die leztern, welche insbeſondere zu Berechnung der Verfinſterungen eingerichtet ſind und allgemein für die richtigſten gehalten werden, findet man in der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (Berlin, 1776. 8. III. B. S. 31. u. f.) für den berliner Meridian eingerichtet, und mit daraus gezognen Bewegungstafeln (S. 101. u. f) begleitet.

Folgendes ſind die periodiſchen Umlaufszeiten dieſer Monden um den Jupiter, nach Wargentin, und ihre Abſtände vom Jupiter in Halbmeſſern des leztern ausgedrückt, nach Caſſini:

	Periodiſcher Umlauf				Abſtand
	Tag	St.	Min.	Sec.	
1ſter Trabant	1	18	27	33	6,0
2ter	3	13	13	42	9,5
3ter	7	3	42	33	15,1
4ter	16	16	32	8	26,6.

Auch hiebey findet das kepleriſche Geſetz ſtatt, daß ſich die Quadratzahlen der Umlaufszeiten, wie die Würfel der Abſtände, verhalten. Der Umlauf der Trabanten erfolgt nach der Ordnung der Zeichen, und erſcheint uns, wenn ſie hinter dem Jupiter ſtehen, rechtläufig, wenn ſie vor ihm ſind, rückläufig, ſ. Folge der Zeichen.

Die Fläche der Jupitersbahn iſt gegen die Ekliptik nur unter einem Winkel von 1° 19′ geneigt, und mit der leztern macht die Fläche der Bahn des 1ſten, 2ten und 3ten Trabanten Winkel von etwa $3\frac{1}{3}$°; die des 4ten von $2\frac{1}{2}$°. Die Knoten dieſer Bahnen fallen um 14° ♒ und 14° ♌. Wenn alſo Jupiter in dieſen Punkten geſehen wird, ſcheinen die Trabanten in geraden Linien und genau durch ſeinen Mittelpunkt zu rücken; ſteht er aber in 14° ♉ und 14° ♏, ſo erſcheinen die von den Monden beſchriebenen Ellipſen am weitſten geöfnet.

Am leichtſten laſſen ſich die Stellungen dieſer Trabanten, ſo wie ſie von der Erde aus erſcheinen, durch ein Modell vom Syſtem des Jupiters, odder ein ſogenanntes Jovilabium finden, welches ſich Caſſini zuerſt zu ſeinem Gebrauche erfunden, und Weidler (Explicatio Jovilabii Caſſiniani. Viteb. 1727. 4.) beſchrieben hat. Es beſteht aus kreisrunden Pappen oder Kartenblättern, die ſich um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt drehen laſſen, wo der Mittelpunkt die Stelle des Jupiters, die Umkreiſe der Pappen aber die Bahnen der Monden, nach den gehörigen Verhältnißen, vorſtellen. Das Ganze wird von einem Ringe umgeben, der die ebenfalls um den gemeinſchaftlichen Mittelpunkt beſchriebene Ekliptik vorſtellt, und dem gemäß in die gehörigen Zeichen und Grade getheilt iſt. Die Umkreiſe der Bahnen ſelbſt werden nach den täglichen Bewegungen eines jeden Trabanten um den Jupiter abgetheilt. Um nun die Stellung für eine gewiße Zeit zu finden, wird die Länge eines jeden Trabanten aus dem Jupiter geſehen (longitudo jovicentrica) aus den Tafeln geſucht, und ihr gemäß wird das Merkmal, das den Trabanten vorſtellt, auf dem Umkreiſe ſeiner Bahn ſo verſchoben, daß es vom Mittel aus gerechnet auf der Ekliptik dieſe Länge bekömmt. Hierauf ſucht man aus den Tafeln den geocentriſchen Ort des Jupiters, und richtet auf den Punkt der Ekliptik, der mit dieſem Orte übereinkömmt, eine um den Mittelpunkt bewegliche Regel. Wenn man nun die ſenkrechte Entfernung der Trabanten von der Schärfe dieſer Regel mißt, und vom Mittelpunkte eines kleinen Kreiſes, der den Jupiter vorſtellt, auf die eine oder die andere Seite trägt, ſo giebt die daraus entſtehende Zeichnung den Stand, von der Erde aus geſehen, richtig an. Giebt man dabey noch Acht, wie die Knotenlinie der Trabantenbahnen liegt, ſo läßt ſich beurtheilen, ob die Trabanten höher oder niedriger, als der Mittelpunkt des Jupiters, geſehen werden. Auf dieſe Art iſt in mehreren Ephemeriden, z. B. den wiener, dem berliner aſtronomiſchen Jahrbuche u. a. für eine gewiſſe Stunde einer jeden Nacht die Stellung der Jupitersmonden verzeichnet.

Die ſcheinbaren Durchmeſſer der Jupitersttabanten hat man wegen ihrer Kleinheit mit dem Mikrometer nicht meſſen können. Muthmaſſungen darüber ließen ſich aus der Zeit herleiten, die ſie brauchen, in Jupiters Schatten zu treten, wenn dabey nicht ſoviel von der Güte der Augen und der Fernröhre abhienge. Maraldi's und anderer Bemühungen hierüber erzählt de la Lande (Aſtron. §. 2979.). Des vierten Durchmeſſer möchte etwa ¼ vom Durchmeſſer der Erde, alſo unſerm Monde gleich, ſeyn. Wargentin ſetzt den 3ten und 4ten 5 bis 6mal größer, den zweyten 2mal kleiner, als den erſten (ſ. Pilgram von der ſcheinbaren Größe der Jupiterstrabanten ꝛc. in den Beytr. zu verſchiedn. Wiſſenſch. von einigen öſterreich. Gelehrten. Wien 1775. gr. 8. S. 266.). Sie zeigen ſich auch nicht ſtets gleich helle, woraus man ſchließt, daß ſie helle und dunkle Flecken haben, und ſich um eine Axe drehen.

Auſſer dieſen vier Trabanten glaubte Rheita (Oculus Enochi atque Eliae ſ. Radius ſidereo-myſticus. Antverp. 1655. fol.) noch fünf neue Begleiter Jupiters (planetae Vrbanoctaviani ſ. Ferdinandotertii ſ. Agrippini von dem Beobachtungsorte, Cölln) entdeckt zu haben. Es waren aber fünf Sterne des Waſſermanns, die Jupiter verließ, als er aus ſeiner Stelle fortrückte.

Huygens, der den Saturn mit Fernröhren von 12 bis 23 Fuß Länge beobachtete, entdeckte am 25 März 1655 einen Saturnsmond (De Saturni luna obſerv. nova ingl. Syſtema Saturnium in *Chr. Hugenii* Opp. To. III.), deſſen Umlaufszeit er angab. Dieſer iſt, wie man nachher gefunden hat, der gröſte unter den übrigen, und in der Ordnung, vom Saturn aus gerechnet, der vierte. Erſt 16 Jahre darauf (1671) ſahe der ältere Caſſini durch ein Fernrohr von 17 Fuß den 5ten, und am Ende des 1672ſten Jahres den 3ten, mit Fernröhren von 35 und 70 Fuß. Noch 12 Jahre hernach (1684) bediente er ſich der Objectivgläſer, welche Ludwig XIV. mit großen Koſten von Campani in Bologna hatte verfertigen laſſen (ſ. Fernrohr, dieſes Wörterb. Th. II. S. 199.). Durch ſolche Fernröhre, wovon das gröſte 136 Fuß lang war, entdeckte er noch den erſten

und zweyten Saturnstrabanten (*Du Hamel* Regiae Scient. Academiae hiſtoria ad ann. 1684. Cap. III. p. 244.). Caſſini nannte ſie ſidera Ludovicea. Man zweifelte aber, beſonders in England, noch lange an der Wahrheit dieſer Entdeckung. **Huygens** (Coſmotheor. p. 85.) zweifelt noch, ob er den erſten und zweyten wirklich geſehen habe, und **Derham** (Aſtrotheolog. L. VII. c. 7.) konnte durch ein Fernrohr von 126 Fuß nur 3 ſehen. Endlich ſtellte **D. Pound** im J. 1718 durch ein Objectivglas von 123 Fuß Brennweite die im Artikel **Fernrohr** (Th. II. S. 201.) erwähnte Beobachtung an, und erblickte dabey den Saturn von fünf **Trabanten** begleitet.

Seit der Erfindung der Teleſkope und achromatiſchen Objectivgläſer braucht man nicht mehr ſo lange Fernröhre, um die Saturnstrabanten zu ſehen: nach **Wargentin** zeigen ſie ſich ſchon durch ein dollondiſches von 10 Fuß. Die vier erſten bewegen ſich in der Fläche des Ringes, ſ. **Saturn**, welche mit der Ekliptik einen Winkel von $31\frac{1}{2}°$ macht, und ihre Knoten gegen 17° ♍ und 17° ♓ gerichtet hat. Der fünfte Trabant aber läuft in einer Bahn, die gegen die Ekliptik nur um 15° geneigt iſt, und die Knoten bey 5° ♍ und 5° ♓ hat. Wegen dieſer ſtarken Neigung erſcheinen die Bahnen mehrentheils ſehr elliptiſch, und die Trabanten ſtehen nicht in ſo gerader Linie, wie die beym Jupiter. Auch ſind ihre Verfinſterungen ſelten, und ſchwer zu beobachten. Nur beym vierten hat man dergleichen wirklich geſehen (Mém. de Paris. 1757. p. 17.).

Tafeln über ihre Bewegungen haben **Jacob Caſſini** (Mém. de Paris. 1716, und in Elemens d'Aſtronomie. Paris 1740.) und **D. Pound** (Philoſ. Trans. 1718. no. 356.) gegeben. Man hat dabey die Umlaufszeit des vierten, der ſich am beſten beobachten läßt, zum Grunde gelegt, und aus dieſer, verbunden mit den größten Abſtänden der Monden vom Saturn, nach den kepleriſchen Regeln die Umlaufszeiten der übrigen geſchloßen. Die Caſſiniſchen Tafeln findet man erweitert, für den berliner Meridian, in der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (III Band. S. 137 u. f.)

Folgendes ſind ihre periodiſchen Umlaufszeiten und Abſtände vom Saturn, die letztern in Saturnshalbmeſſern ausgedrückt:

	Periodiſcher Umlauf Tag	St.	Min.	Sec.		Abſtand
1ſter Trabant	1	21	18	27	- -	4,50
2ter - - - -	2	17	44	22	- -	5,76
3ter - - - -	4	12	25	12	- -	8,05
4ter - - - -	15	22	34	38	- -	18,67
5ter - - - -	79	7	47	0	- -	54,20.

Von einem Saturnilabium, dadurch man ihre Stellung für jede Zeit leicht finden könnte, redet de la Lande (Aſtron. §. 2994.)

Ueber ihre ſcheinbaren Durchmeſſer läſt ſich gar nichts beſtimmen. Sie erſcheinen nicht immer gleich helle; ja einige, beſonders der fünfte, ſind ſogar nicht allemal ſichtbar. Dieſer fünfte Trabant ſcheint in ſeinem gröſten weſtlichen Abſtande vom Saturn gröſser, als die drey erſten, hingegen im öſtlichen Theile ſeiner Bahn iſt er über einen Monat lang kaum zu ſehen. Huygens (Coſmotheor. p. 100.) vermuthet daher auf der Seite, die er alsdann gegen uns kehrt, ſehr groſse dunkle Flecken; ſo wie er auch aus dem groſsen Abſtande des 4ten und 5ten wahrſcheinlich macht, daſs zwiſchen beyden noch ein ſechſter Trabant vorhanden ſey.

Von den durch Herrn Herſchel am 11 Jänner 1787 entdeckten Begleitern des neuen Planeten Uranus werde ich bey dem Worte: Uranus reden.

Auſſer dieſen Monden der Erde, des Jupiters, Saturns und Uranus hat man auch bey der Venus einen Begleiter wahrnehmen wollen. Die dahin gehörigen Beobachtungen ſind von Caſſini 1686, Short 1740, Montaigne 1761. Aeltere des Franz Fontana von 1646 werden, wie Herr Käſtner zeigt, ſehr unrichtig als Wahrnehmungen eines Venustrabanten angeführt, da ſie ſich blos auf Abbildungen der Venus, durch ſchlechte Fernröhre betrachtet, gründen. Der Ritter Wargentin (Abhdl. der ſchwed. Akad. d. Wiſſ. 1761. der käſtneriſchen Ueberſ. S. 178.)

beobachtete die Venus zu eben der Zeit, wie Montaigne, ohne einen Mond bey ihr zu ſehen, und wundert ſich, daß man ihn binnen 90 Jahren nur dreymal, und gleichſam in der Eil, ſolle geſehen haben. **Lambert** (Mém. de l'acad. de Pruſſe 1773. und Vom Trabanten der Venus in d. Berliner Ephemeriden für 1777, Samml. S. 178. 1778. S. 116.) gab ſich die Mühe, alles zu ſammlen, was etwa für eine Beobachtung dieſes Trabanten gelten könnte, und daraus eine Theorie für ſeinen Lauf mit Tafeln zu berechnen. Daraus ſchien zu folgen, er werde den 1 Jun. 1777. in der Sonnenſcheibe zu ſehen ſeyn. Man hat aber nichts dergleichen wahrgenommen; und überhaupt ſeit 28 Jahren nichts mehr von Beobachtungen dieſes Venusmonds gehört. Es ſcheint alſo die Sache ein Irrthum der Beobachter geweſen zu ſeyn. Der **P. Hell** (Ephemerides Vienn. 1766 in Append.) zeigt, daß ſich bey Betrachtung eines ſo glänzenden Planeten, wie Venus, ein Bild von ihm auf der Pupille entwirft, welches ſich wieder im Augenglaſe ſpiegelt, und leicht für einen Venusmond angeſehen werden kan. Etwas ähnliches ſieht man nach Herrn **Köhlers** Bemerkung (Wittenberg. Wochenblatt. 1777. S. 393.) auch, wenn das Objectivglas des achromatiſchen Fernrohrs ſchief eingeſetzt iſt.

Weidler Hiſtor. aſtron. Viteb. 1741. 4. Cap. XV. §. 6. 12. 92. 120.

Scheibel Einl. zur mathem. Bücherkenntniß. 18tes Stück, Breslau, 1789. 8. S. 88. 89.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. I Theil, §. 433 u. f. 449 u. f.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtron. Dritte Aufl. Götting. 1781. 8. §. 197 u. f. §. 265. 276.

Nebenſonnen, Parhelii, Parhelia, *Parélies ou Parhélies*. Bilder der Sonne, welche ſich bisweilen noch auſſer der wahren Sonne am Himmel zeigen, meiſtens durch einen hellen, auch wohl gefärbten, Kranz oder Ring, untereinander verbunden ſind, oder auch ſchweifähnliche Stücken eines ſolchen Kranzes an ſich haben. Man ſieht dergleichen Bilder auch vom Monde, ſ. **Nebenmonden**. Beyde werden zu den glänzenden oder optiſchen Lufterſcheinungen gerechnet, ſ. **Meteore**.

Unter den Alten erwähnen die Nebenſonnen Ariſtoteles (Meteor. III. 2.) und Plinius (H. N. II. 32.), der letztere mit Benennung der Conſuln, unter welchen im römiſchen Reiche dergleichen geſehen worden. In neuern Zeiten zog das ſogenannte römiſche Phänomen, das Scheiner am 20 März 1629 beobachtete, die Aufmerkſamkeit der Naturforſcher auf ſich. Ich entlehne die Beſchreibung deſſelben aus Descartes (Meteoror. C. X. §. 6.).

Taf. XVII. Fig. 61. iſt A der Beobachter zu Rom, B ſein Zenith, C die wahre Sonne, AB die Verticalfläche durch die Sonne. Die Kreiſe muß man ſich auf einer künſtlichen Himmelskugel, welche von auſſen betrachtet wird, gezogen vorſtellen. Um die Sonne C erſchienen zween unvollkommne concentriſche Ringe mit Regenbogenfarben, der innere DEF vollkommner, aber doch bey DF unterbrochen und offen, ob er ſich gleich bisweilen zu ſchließen ſchien; der äuſſere GHI weit bläſſer und oft kaum merklich. Ein dritter ſehr großer und ganz weiſſer Ring KLMN erſchien ununterbrochen, doch war er zuletzt von M bis N ſchwächer, und fieng an daſelbſt zu verſchwinden. In den gemeinſchaftlichen Durchſchnitten dieſes Ringes mit dem äuſſern farbigen Ringe GHI zeigten ſich zwo nicht ganz vollkommne Nebenſonnen N und K. Die letztere war ſchwächer an Licht, als die erſte. In der Mitte waren ſie der Sonne ſelbſt ähnlich; die Ränder aber waren farbig, und nicht genau abgeſchnitten. Die Nebenſonne N war immer in Bewegung, und ſchien einen dichten hellen Schweif NP von ſich zu ſtrecken. Jenſeits des Zenith zeigten ſich noch zwo Nebenſonnen L und M, nicht ſo lebhaft, aber runder und weiſſer, milch- oder ſilberfarbig, wie der Ring, in dem ſie ſtanden. M verſchwand früher, als L, wie auch der Ring auf dieſer Seite. Auch verſchwand N eher, als K, und K, welche ſich am längſten zeigte, ward nach dem Verſchwinden der übrigen erſt recht lebhaft. Die Ordnung der Farben in den Ringen DEF, GHI, war wie bey den Höfen, nemlich das Rothe inwendig; auch war der Durchmeſſer des einen 45°.

Mehrere Beobachtungen dieſer Art von Gaſſendi, de la Hire, Caſſini, Gray, Halley führt Muſſchenbroek an (Introd. ad philoſ. natur. To. II. §. 2455.). Die ſchönſte und ſeltenſte unter allen iſt von Hevel (De rariſſimis quibusdam Paraſelenis ac Pareliis bey ſ. Mercurio in Sole viſo, Gedani, 1662. fol. p. 173.), der am 20 Febr. 1661 ſieben Nebenſonnen auf einmal ſahe. Dieſes Heveliſche Phänomen ſcheint die vollſtändige Darſtellung alles deſſen zu enthalten, was andere nur ſtückweis und einzeln geſehen haben. Es unterſcheidet ſich vom römiſchen nur darinn, daß drey farbige Ringe um die Sonne gehen, deren äuſſerſter ſich über B hinaus erſtreckt, und daß bey E und H noch kleine Bogen von horizontalen Kreiſen, die alſo B zum Pole haben, zu ſehen ſind. Die Nebenſonnen ſtehen alle in Durchſchnittspunkten der Ringe und Bogen; nur eine einzige zeigt ſich im horizontalen großen Kreiſe bey V der wahren Sonne gegen über, und der Schweif N P geht nicht gerade aus, ſondern krümmt ſich im Bogen, als ein Stück des Kreiſes NMLK.

Die Nebenſonnen ſind gewöhnlich mit weiſſen oder farbigen Ringen von der Breite des ſcheinbaren Sonnendurchmeſſers begleitet. Durch alle Nebenſonnen, oder doch durch die meiſten geht ein weiſſer horizontaler Kreis, der, wenn er ganz wäre, auch durch die wahre Sonne gehen würde. Mit dieſem gehen dann noch farbige Bogen parallel, die da, wo ſie die Ringe berühren, noch mehr Nebenſonnen bilden. Die Schweife ſind allemal Stücken dieſer Kreiſe oder Ringe, und erſcheinen oft einzeln. So ſahe Muſſchenbroek zu Leiden (Introd. ad phil. nat. §. 2457.) blos eine einzige Nebenſonne mit drey Schweifen, deren zween horizontal waren, einer aber von 12° Länge ſenkrecht aufwärts ſtand. Mehreremal hat man die Sonne mit aufwärts oder niederwärts gerichteten leuchtenden Schweifen auf- oder untergehen geſehen. Wales (Philoſ. Trans. Vol. LX. p. 129.) erzählt, daß in der Hudſonsbay ſolche Streifen jeden Morgen geſehen werden, auch die Nebenſonnen daſelbſt ſehr häufig ſind. Malezieu ſahe im J. 1722 drey Sonnen gerade und dicht über einander. Muſſchenbroek (a. a. O.)

hat dergleichen Beobachtungen ſehr fleißig zuſammengetragen.

Descartes in ſeinen Meteoren und der Dioptrik gab die erſte, aber ſehr unglückliche, Erklärung der Nebenſonnen aus der Reflexion der Sonnenſtralen durch die in der Luft ſchwebenden Eistheile. Er glaubt nemlich, es werde bisweilen das Eis durch entgegengeſetzte Winde zuſammengetrieben und in einen ungeheuren Eiscylinder vereiniget, der durch Zurückwerfung des Lichts nach allen Seiten den großen horizontalen Kreis bilde. Die übrigen Umſtände ſeiner Erklärung ſind eben ſo unwahrſcheinlich als unzureichend. Dechales ſchreibt die Nebenſonnen blos im Allgemeinen einem Spiegeln der Sonne in den Wolken zu, und erzählt, daß ſich zu Veſoul in Bourgogne einſt ein Bild des Erzengels Michael auf eine ähnliche Art in den Wolken geſpiegelt und alle Zuſchauer in Schrecken geſetzt habe.

Die beſte Theorie der Nebenſonnen iſt noch bis jetzt die des Huygens (Philoſ. Trans. Vol. V. no. 60. Diſſ. de coronis et parheliis in Opp. reliquis Amſt. 1728. 4.) ſ. Höfe. So wie dieſer ſcharfſinnige Phyſiker die Höfe aus durchſichtigen Kügelchen mit undurchſichtigen Kernen erklärt hatte, ſo nahm er für die weiſſen Ringe und Nebenſonnen kleine durchſichtige aufrechtſchwebende Cylinder oder **Eisnadeln** (ſpicula glacialia) mit undurchſichtigen Kernen an. Hieraus zeigt er die Entſtehung des großen horizontalen Kreiſes ſehr natürlich durch Zeichnung eines ſolchen Cylinders im Großen und des Weges der von ihm zurückgeworfenen Sonnenſtralen. Jeder Punkt der Sonne erleuchtet einen Kreis von ſolchen Eisnadeln, deſſen ſcheinbare Höhe mit der Höhe des erleuchtenden Punkts einerley iſt. Dadurch muß alſo nothwendig die Erſcheinung eines horizontalen Ringes, von gleicher Breite mit der Sonne ſelbſt, entſtehen. Die nächſten Nebenſonnen bey N und K, Taf. XVII. Fig. 61, läſt Huygens aus eben dieſen aufrechtſchwebenden Cylindern durch eine gedoppelte Brechung der Sonnenſtralen entſtehen. Wegen des undurchſichtigen Schneekerns nemlich können von den Cylindern zwiſchen K und N keine Stralen ins Auge kommen, daher auch nach ihm die Entfernung

KN deſto groͤßer wird, je dicker der Schneekern gegen den ganzen Cylinder iſt. Am hellſten ſcheint die Sonne durch die an K und N zunaͤchſt anliegenden Cylinder, etwas auch noch durch die darauf folgenden, aber immer ſchwaͤcher. Daher kommen dieſe Nebenſonnen und ihr Schweif, der nach der Richtung des weiſſen Kreiſes hinlaͤuft, und ſoweit er reicht, denſelben heller macht.

Die farbigen Ringe DEF und GHI erklaͤrt **Huygens** zwar nicht aus Kuͤgelchen, wie die Hoͤfe, aber doch aus den halbkugelfoͤrmig abgerundeten Enden der Cylinder, welche die Nebenſonnen bilden. Die hintern Nebenſonnen L und M leitet er ebenfalls aus einer Brechung der Stralen in den Eisnadeln dieſer Gegend her, beweiſet daraus, daß ſie in dem horizontalen Kreiſe 90° von einander abſtehen muͤſſen, und daß ſie bey 25° Sonnenhoͤhe gar nicht erſcheinen, wenn der Durchmeſſer des Kerns gegen den Durchmeſſer des ganzen Cylinders groͤßer als 59 gegen 100 iſt. **Huygens** fuͤhrt das ganze roͤmiſche Phaͤnomen und Hevels Beobachtung ſehr gluͤcklich auf dieſe Theorie zuruͤck.

Weidler (Diſſ. de Parheliis a. 1736 viſis. Viteb. 1738. 4.) will zwar **Huygens** Erklaͤrung der Hoͤfe nicht gelten laſſen, billigt aber doch ſeine Vorſtellungsart von der Entſtehung des weiſſen horizontalen Kreiſes durch die Reflexion des Lichts von cylindriſchen Eisnadeln. **Muſſchenbroek** fuͤhrt auch an, daß nach **Maraldi**, **Weidlers** und **Krafts** Bemerkung ſolche Eisnadeln nach Verſchwindung der Nebenſonnen wirklich aus der Luft gefallen ſind, nur daß man ſie nicht in der Mitte undurchſichtig gefunden hat, und daß nach **Ellis** und **Middleton** in Nordamerika die Luft bisweilen mit ſichtbaren Eisnadeln angefuͤllt ſey. Einige Einwendungen gegen Huygens Hypotheſe aus Beobachtungen, theilt **Waller** mit (Abhdl. der ſchwed. Akad. der Wiſſ. XXV. Band. S. 47.).

So gekuͤnſtelt auch die hugenianiſche Erklaͤrung ſcheinen mag, ſo kan man ſich doch die Sache ſchwerlich anders vorſtellen, als daß die Kreiſe, ſie moͤgen weiß oder farbig ſeyn, in bloßen Nebeln und Duͤnſten entſpringen, die entweder aus kleinen Waſſertroͤpfchen oder aus Dunſtblaͤschen beſte-

hen. Wenn das Phänomen vollſtändig iſt, ſcheint es ſechs Kreiſe zu zeigen, deren drey um die Sonne, drey mit dem Horizonte parallel gehen, und die in ihren Durchſchnitts- oder Berührungsſtellen Nebenſonnen zeigen. Wie aber dieſe Kreiſe hervorgebracht werden, das iſt noch bisher von keinem Naturforſcher aus den Eigenſchaften des Lichts mit Vollſtändigkeit erklärt worden.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2454 ſq.

Ren. Descartes Meteora Cap. X. in ej. Specimin. Philoſophiae. Amſt. 1685. 4.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 441 u. f.

Nebenwohner, Perioeci, *Perioeciens.* Dieſen Namen giebt man den Bewohnern ſolcher Orte der Erdfläche, welche unter einerley Breiten oder Parallelkreiſen, aber in entgegengeſetzten Punkten derſelben, oder in entgegengeſetzten Mittagskreiſen, wohnen. So ſind Taf. VIII. Fig. 2. die in g Nebenwohner derer in f; beyde Orte liegen in einerley Parallelkreiſe fg, aber in entgegengeſetzten Meridianen pgs und pfs. Die Nebenwohner haben einerley Jahrszeiten, aber entgegengeſetzte Tagesſtunden. Leipzigs Nebenwohner fallen in die Gegend der Fuchsinſeln im kamtſchatkiſchen Meere, wo ſich das nördliche Amerika gegen das öſtliche Ende von Aſien ſtreckt.

Negative Elektricität, ſ. **Elektricität,** unter dem Abſchnitte: **Entgegengeſetzte Elektricitäten.**

Neigung der Magnetnadel, Inclinatio acus magneticae, *Inclinaiſon de l'aiguille magnetique.* So nennt man den Winkel, um welchen die Richtung einer freyſchwebenden und im Gleichgewicht ſtehenden Magnetnadel gegen die Horizontalfläche geneigt iſt. Wenn nemlich die Magnetnadel ſo gearbeitet iſt, daß ſie vor ihrer Beſtreichung mit dem Magnet auf der Spitze, von der ſie getragen wird, völlig wagrecht und im Gleichgewichte ſteht, ſo findet man nach dem Beſtreichen mit dem Magnet, daß ſie dieſes Gleichgewicht verlohren hat. Sie neigt ſich nunmehr mit der einen Spitze unter den Horizont, indem ſie

die andere Spiße emporhebt, und nimmt ſolchergeſtalt eine ſchiefe oder gegen den Horizont geneigte Lage an. Es ſcheint gleichſam durch das Beſtreichen der eine Theil von ihr ſchwerer, als der andere geworden zu ſeyn. Dieſe Neigung zeigt ſich an den meiſten Orten der Erde, aber nicht überall auf gleiche Art und unter gleichen Winkeln.

In dem gröſten Theile der nördlichen Helfte unſerer Erdkugel ſenkt ſich der nördliche Theil der Nadel unter den Horizont, indem ſich der ſüdliche erhebt, und man nennt dieſes eine **nördliche Neigung** (inclinatio borealis); an den meiſten Orten der ſüdlichen Helfte hingegen erfolgt das Gegentheil, und die Nadel zeigt eine **ſüdliche Neigung** (inclinatio auſtralis). Die Orte, wo die Nadel gar keine Neigung hat, oder auch nach dem Streichen mit dem Horizonte parallel bleibt, fallen zwar zwiſchen beyde Helften der Erdkugel, aber nicht eben genau in den Aequator der Erde; auch iſt ſelbſt an einem und ebendemſelben Orte die Neigung der Nadel im Fortgange der Zeit veränderlich.

Die Neigung der Magnetnadel zu beobachten, dienen eigne Vorrichtungen, welche man **Neigungscompaße, Neigungsnadeln** (Inclinatoria, *Aiguilles d'inclinaiſon*) zu nennen pflegt. **Robert Norman**, ein engliſcher Seemann und Künſtler, hat, ſoviel man weiß, den erſten Neigungscompaß verfertiget, und damit im Jahr 1576 zu London die Neigung der Nadel 71° 50′ nördlich beobachtet (ſ. *Gilbert* de magnete L. I. c. 1. und *Petr. v. Muſſchenbroek* diſſ. phyſico-experimentalis de Magnete Cap. III. in ſeinen Diſſ. phyſ. et geometr, Lugd. Bat. 1729. 4.). Die einfachſte Einrichtung ſolcher Neigungscompaße, wie ſie **Wolf** (Nüßl. Verſ. Th. III. Cap. 4. §. 61.) beſchreibt, zeigt Taf. XVII. Fig. 62. ABCD iſt ein meſſingner Ring, der bey A aufgehängt werden kan. An dem Durchmeſſer DB hin werden an den Seiten zween ſchmale meſſingne Streifen angelöthet. Mitten in denſeben ſind Lager, in welchen die an die Mitte der Nadel EF bey G angeſetzten Stifte, als Zapfen, ſo ruhen, daß der Mittelpunkt der Nadel G genau mit dem Mittelpunkte des ganzen Ringes coincidirt. Die Quadranten AB, BC, CD, DA werden in ihre 90 Grade

u. ſ. f. eingetheilt, und die Grade von B gegen A, von B gegen C u. ſ. w. gezählt. Wird nun dieſes Inſtrument bey A aufgehangen und ſo gerichtet, daß die Linie BD mit der Richtung des gewöhnlichen Compaſſes, oder der magnetiſchen Mittagslinie übereintrift, ſo wird die Nadel EF, wenn ſie zuerſt ins Gleichgewicht gebracht, und nachher gehörig beſtrichen worden iſt, ſ. **Magnetnadel**, die ſchiefe Stellung EF annehmen, und durch die Bogen BE und DF die Größe der Neigung oder des Winkels BGE angeben.

Man ſieht aber bald, wie ſehr und wie zufällig hiebey die Stellung der Nadel vom Reiben der Zapfen in den Lagern abhängt, daher denn auch ſchlechte Neigungsnadeln, wenn man ſie bewegt, nie wieder genau in die vorige Stellung kommen. Die pariſer Akademie der Wiſſenſchaften ſtellte deswegen die Verbeſſerung des Neigungscompaſſes zur Preißfrage für 1743 auf. Dies gab Gelegenheit, die Fehler der bisherigen Nadeln und die Mittel dagegen genauer zu unterſuchen, welches in den damals gekrönten Preißſchriften des Herrn **Daniel Bernoulli**, **Euler** und **de la Tour** (Recueil des pieces ſur les Bouſſoles d'Inclinaiſon. à Paris, 1748. 4.) mit großer Sorgfalt geſchehen iſt. Die vorgeſchlagnen Mittel kommen darauf hinaus, daß ſich die Axe der Nadel auf einer wagrechten Ebne drehe, und daß man es durch hinzugeſetzte kleine Gewichte ſo einrichte, daß die eigne Laſt der Nadel ihr ſchon faſt die Stellung gebe, die ihr die magnetiſche Neigung geben will. Mehr hieher gehörige Nachrichten liefert eine Abhandlung des Herrn **Wilke** (Abhdl. der königl. ſchwed. Akad. der Wiſſ. auf das J. 1768. 30ſter Band, der deutſch. Ueberſ. S. 209 u. f.). Am vollſtändigſten wird die Theorie der Neigungsnadel vom jüngern **Euler** (Theorie de l'inclinaiſon de l'aiguille magnetique in den Mém. de Berlin. 1755.) vorgetragen. Auch haben **Brander** und **Höſchel** (Beſchreibung des magnetiſchen Declinatorii und Inclinatorii. Augſpurg, 1779. 8.) ſehr gute von ihnen ſelbſt verfertigte Neigungscompaſſe beſchrieben.

Cavallo (Abhdl. der Lehre vom Magnet, a. d. engl. Leipzig, 1788. gr. 8. S. 157 u. f.) bemerkt, daß man in Eng-

land die Taf. XVII. Fig. 62. vorgeſtellte Einrichtung beybehalte, der Nadel aber die Fig. 63. abgebildete Geſtalt gebe. Dabey bleibe ein doppelter Fehler übrig. Erſtlich ſey doch der Ruhepunkt am untern Theile der Axe, und die Axe ſelbſt keine mathematiſche Linie; daher bekomme die Helfte, die ſich erhebe, mehr Entfernung vom Ruhepunkte, und mehr Moment, als die, die ſich ſenke; dieſe Ungleichheit nehme zu, je ſtärker die Neigung werde, und bey lothrechter Stellung der Nadel ſey die Helfte über dem Ruhepunkte um den völligen Durchmeſſer der Axe größer, als die untere: aus dieſer Urſache wirke der Magnetiſmus der Erde nicht mit gleichem Momente auf beyde Enden, und dieſer Fehler laſſe ſich gar nicht verbeſſern. Zweytens könne die Nadel leicht durch anhängende Feuchtigkeit u. dgl. aus dem Gleichgewichte kommen, ohne daß man es bemerke. Er räth endlich an, nach jeder Beobachtung die Pole der Nadel durch künſtliche Magnete umzukehren, die Neigung in dieſem Zuſtande noch einmal zu beobachten, und zwiſchen beyden Beobachtungen das Mittel zu nehmen, welche ſchon längſt bekannte Methode allerdings zu Vermeidung der Fehler das meiſte beyträgt.

Bey der Beobachtung ſelbſt muß man nicht nur alles Eiſen entfernen, ſondern auch die Nadel genau in die Richtung des magnetiſchen Meridians bringen. Trift man dieſe Richtung nicht genau, ſo findet man die Neigung allemal zu groß; und wenn der Durchmeſſer BD den magnetiſchen Meridian rechtwinklicht durchſchneidet, ſo ſtellt ſich eine gute Nadel völlig lothrecht. Dies hat Daniel Bernoulli bemerkt, und den Saß erwieſen, daß ſich die Cotangente der Neigung verhält, wie der Coſinus des Winkels, den die Verticalfläche durch die Nadel mit dem magnetiſchen Meridiane macht.

Durch Beobachtungen der Neigungsnadel hat man gefunden, daß die Neigung gemeiniglich größer wird, je näher der Beobachtungsort den Polen der Erde liegt. Dies zeigt ſich ſchon aus den Beobachtungen des P. Noel vom Jahre 1706, welche Wolf (Nützl. Verſ. Th. III. Cap. 4. §. 61.) anführt. Die Neigung war damals zu Liſſabon

48° 10′ nördlich; unter dem Aequator 10° 30′ nördl.; bey etwa 7° ſüdlicher Breite ward ſie Null, bey 25° ſüdl. Breite ſchon 65° ſüdlich; und bey 35° 25′ ſüdlicher Breite ſtand die Nadel vertikal. Doch dieſe Beobachtungen ſind verdächtig.

Folgende von **Cavallo** mitgetheilte Tafel zeigt eben dies für neuere Jahre aus zuverläßigern Wahrnehmungen.

Breite		Länge		Neigung		Jahr
Nördl.		Oeſtl.		Nördl.		
53°	55′	193°	39′	69°	10′	1778
49	36	233	10	72	29	
		Weſtl.				
44	5	8	10	71	34	1776
38	53	12	1	70	30	
34	57	14	8	66	12	
29	18	16	7	62	17	
24	24	18	11	59	0	
20	47	19	36	56	15	
15	8	23	38	51	0	
12	1	23	35	48	26	
10	0	22	52	44	12	
5	2	20	10	37	25	
Südl.						
0	3	27	38	30	3	
4	40	30	34	22	15	
7	3	33	21	17	57	
11	25	34	24	9	15	
		Oeſtl.		Südl.		
16	45	208	12	29	28	
19	28	204	11	41	0	
21	8	185	0	39	1	1777
35	55	18	20	45	37	1774
41	5	174	13	63	49	1777
45	47	166	18	70	5	1773

Gegenwärtig iſt die Neigung der Nadel in Frankreich, England und Deutſchland 71—73°, in Torneå 78°, auf Spitzbergen 81—82° nördlich; auf dem Cap der guten Hofnung 41° 44′ ſüdlich. Sie ändert ſich für einerley Ort im

Fortgange der Zeit, wiewohl ſehr langſam. So war ſie nach **Cavallo** für London im Jahre 1576, 71° 50′; im J. 1775, 72° 3′, daß alſo die Veränderung in 300 Jahren nur 13 Minuten betragen hat, wenn man ſich anders auf die alten Beobachtungen verlaſſen darf. Andere Schriftſteller aber geben dieſe Veränderung weit größer an. In Berlin hat man 1755, 71¾, und 1769, 72¾° Neigung gefunden. Es läßt ſich wegen der Mängel, denen die Neigungsnadeln noch unterworfen ſind, nichts ſehr zuverläßiges über ſo geringe Unterſchiede beſtimmen.

Wenn man auf einer Landkarte die Orte bemerkt, an welchen die Nadel zu einer gewiſſen Zeit einerley Neigung gezeigt hat, und dieſe Orte mit Linien verbindet, ſo kommen gekrümmte Züge zum Vorſchein, die man **Neigungslinien** nennt. Dieſe Linien kreuzen ſich mit den Abweichungslinien (ſ. **Abweichung der Magnetnadel**), und ſcheinen ebenfalls Beziehung auf gewiſſe Punkte der Erdfläche zu haben. Die Linie z. B., in welcher die Neigung Null iſt, geht im atlantiſchen Meere etwa durch 10° ſüdlicher, im indiſchen Meere durch 8° nördlicher Breite, und muß alſo irgendwo zwiſchen beyden Stellen (etwa mitten in Afrika) den Aequator der Erde durchſchneiden. Man hat über die Neigung noch nicht ſoviel Beobachtungen, als über die Abweichung, und muß alſo dabey viel durch bloßes Rathen ergänzen. Inzwiſchen hat Herr **Wilke** (Verſuch einer magnetiſchen Neigungscharte in den ſchwediſchen Abhdl. für 1768. 30 Band. der deutſch. Ueberſ. S. 209.) aus **Cunninghams**, des **P. Feuillee**, **de la Caille**, und Cap. **Ekebergs** Beobachtungen den Entwurf einer Neigungskarte vorgelegt. Auch ſind die Neigungslinien auf den Karten des Prof. **Funk** (Die nördliche und ſüdliche Erdoberfläche, auf die Ebne des Aequators projicirt. Leipzig, 1781.) verzeichnet.

Diejenigen, welche Urſachen von der Abweichung der Magnetnadel angaben, von **Gilbert** bis auf **Halley**, ſ. Abweichung der **Magnetnadel**, haben immer auch aus eben dieſen Urſachen die Neigung zu erklären geſucht. Als im gegenwärtigen Jahrhunderte der Magnetiſmus der Erdkugel ſelbſt, den ſchon **Gilbert** gelehrt hatte, durch die er-

funden en Methoden der Verfertigung künſtlicher Magnete immer gewiſſer beſtätiget ward, fieng man an, die Neigung der Natel als eine nothwendige Folge dieſes Magnetiſmus der Erdkugel zu betrachten, und darauf den Verſuch anzuwenden, bey dem eine freyſchwebende Nadel ab Taf. XVI. Fig. 31., an einem Magnetſtabe AB hingeführt, verſchiedene ſchiefe Stellungen annimmt, bey den Polen A und B in die Richtung der Axe kömmt, und beym Aequator des Magnetſtabs ſich flach auflegt, ſ. Magnet (oben S. 107.).

Man ſtelle ſich nemlich ſtatt des Magnetſtabs eine magnetiſche Kugel oder Terrelle ACB, Taf. XVIII. Fig. 64. vor, die ihre Pole in A und B hat, um welche in der Richtung eines gröſten Kreiſes durch AB, oder eines magnetiſchen Meridians, eine Magnetnadel ab durch 1, 2, 3. ꝛc. herumgeführt wird. Man nehme zugleich an, daß dieſe Nadel durch die Richtung der Schwere überall nach dem Mittelpunkte C getrieben werde, und ſich alſo, wenn ſie im Gleichgewichte hienge, aller Orten mit der Tangente der Kugel parallel ſtellen würde. Kömmt nun hiezu die Polarität der Nadel ab und die Wirkung der Pole A und B, wobey die gleichnamigen Pole A und a ꝛc. ſich abſtoßen, die ungleichnamigen A und b ſich anziehen, ſo wird es deutlich, daß die Nadel bey dieſem Herumführen nach und nach die in der Figur verzeichneten Lagen annehmen muß.

Sie wird nemlich bey den Polen A und B vertikal ſtehen, weil z. B. bey 1 das Ende b von A ſo ſtark angezogen, hingegen a ſo ſtark abgeſtoßen wird, daß der andere ſehr entfernte Pol B darinn nichts ändern kan. Beym Aequator, oder in den Stellen 4 und 10 wird ſie ganz wagrecht liegen, weil hier beyde Pole gleich ſtark wirken, alſo blos a gegen B, und b gegen A gekehrt wird. In den zwiſchenliegenden Stellen aber wird ſie eine ſchiefe Lage annehmen. Bey 3 z. B. würde ihre natürliche Lage mit der Tangente an 3 parallel, oder auf C 3 ſenkrecht ſeyn: weil aber hier das Ende b ſtärker gegen A gezogen, und a ſtärker von A abgeſtoßen wird, als der andere entfernte Pol B das Ende a anzieht und b abſtößt, ſo bleibt ein Ueberſchuß der Wirkungen des

nächſten Pols A zurück; daher die Nadel nothwendig ihre wagrechte Stellung verlieren, und ſich mit dem gegen A freundſchaftlichen Ende b tiefer gegen den Horizont neigen muß.

Man kan dieſen Verſuch im Kleinen mit einer Terrelle wirklich anſtellen; nur muß man nicht erwarten, eben dieſelben Neigungen, wie auf der Erdkugel, zu finden. Da die Stärke der Anziehungen von dem Abſtande der Enden der Nadel von den Polen A und B abhängt, ſo kömmt es hiebey auf die Länge der Nadel an, die auf der Erdkugel gegen den Erddurchmeſſer unbeträchtlich iſt, beym Verſuche aber allemal ein beträchtliches Verhältniß gegen AB haben muß. Inzwiſchen zeigt doch dies alles hinlänglich, daß der Magnetiſmus der Erde die wahre Urſache der Neigung ſey.

Wäre die Lage der magnetiſchen Pole der Erde, nebſt der Stärke und dem Geſetze ihrer Anziehung bekannt, ſo würde ſich daraus die Neigung der Nadel, für jeden gegebnen Ort, durch eine mathematiſche Theorie beſtimmen laſſen. **Tobias Mayer** hat etwas ähnliches in der noch ungedruckten Abhandlung verſucht, die ich bey dem Worte **Abweichung der Magnetnadel** (Th. I. S. 29.) anführe. Nach dieſer Theorie leitet er aus ſeinen Vorausſetzungen Größen der Neigung für verſchiedene Orte der Erde her, welche von den wirklich beobachteten nicht ſehr unterſchieden ſind. So findet er z. B. die Neigung für Paris 71° 19′ nördlich, für das Cap der guten Hofnung 42° 47′ ſüdlich; da man ſie am erſten Orte 73° nördl., am letztern 41° 44′ ſüdl. gefunden hat — eine Uebereinſtimmung, die bey den unvollkommnen Beobachtungen, welche Mayer vor ſich hatte, immer bewundernswürdig bleibt. Aber Mayers Hypotheſe, daß in der Erde ein unendlich kleiner Magnet verborgen ſey, iſt von ihm gewiß nicht als ein phyſikaliſcher Satz, ſondern nur zur Erleichterung der Rechnung angenommen. Seine Meinung war nur, daß ſich die Sache ſo betrachten laſſe, nicht, daß ſie wirklich ſo ſey.

Weit wahrſcheinlicher iſt die ganze Erdkugel ein Magnet mit zween Polen, deren muthmaßliche Lage auf der Ober-

fläche der jüngere **Euler** (ſ. **Abweichung der Magnetnadel** a. a. O.) aus dem Syſtem der Abweichungen zu beſtimmen geſucht hat. Die Neigungskarte des Herrn **Wilke** ſcheint dieſe euleriſchen Vermuthungen ſehr zu begünſtigen. Was den Nordpol betrift, ſo legt ihn **Euler** 14—17° vom Nordpole der Erde ab, um den Meridian von Californien: **Wilkens** Karte erfordert ihn ebendaſelbſt um oder über Baffinsbay. Für den Südpol fehlt es noch an zulänglichen Beobachtungen der Neigung, obgleich Herr **Wilke** aus einigen Umſtänden glaublich macht, daß er in das ſtille Meer zwiſchen Amerika und Neuſeeland falle, wohin ihn auch **Euler** ſetzt, daß er aber vom Südpole der Erde nicht 35—40°, wie Euler angiebt, ſondern nur etwa 20° abſtehe. Uebrigens zeigt **Wilke**, daß die Neigungen nicht die mindeſte Spur von mehr, als zween, magnetiſchen Polen angeben. **Muſſchenbroek** ſchloß zwar, es müſſe unter Madagaſcar noch einen ſüdlichen Pol geben, weil **Noel** daſelbſt die Nadel lothrecht fand; aber Noel ſcheint ſeine Nadeln nicht in den magnetiſchen Meridian geſtellt, und daher die Neigungen überall zu groß gefunden zu haben. Denn ſeine Beobachtungen treffen mit den übrigen nur da überein, wo die Nadel wagrecht bleibt, für welche Stellen es gleichgültig iſt, ob man ſie in den magnetiſchen Meridian bringt oder nicht.

Was die Veränderung der Neigungen an einerley Orte betrift, ſo ſcheint ſie eine Verrückung oder Bewegung der magnetiſchen Pole der Erde anzuzeigen, worauf auch die Veränderung der Abweichungen leitet. Herr **Wilke** vermuthet, der Nordpol rücke langſam ſüdoſtwärts fort, und der Südpol bewege ſich ihm entgegen.

Uebrigens ſcheint die Neigung der Magnetnadel auch **täglichen** zufälligen Veränderungen unterworfen zu ſeyn, über deren Gang und Urſachen man nichts genaues beſtimmen kan, weil unſere Neigungsnadeln zu ſo feinen Beobachtungen noch zu unvollkommen ſind.

Die Schiffer vermeiden bey den gewöhnlichen Compaſſen die Wirkungen der Neigung dadurch, daß ſie bald die eine, bald die andere Helfte der Nadeln nach Erfordern

mit Wachs oder Siegellak ſchwerer machen, und ſie ſo in die nöthige wagrechte Stellung zurückbringen.

Wolfs Nützl. Verſuche, III Theil. Halle 1723. 8. Cap. 4. §. 61 u. f.

Petr. v. Muſſchenbroek Diſſ. de Magnete, in Diſſ. phyſ. et geom. Lugd. Bat. 1729. 4.

Wilke Verſuch einer magnetiſchen Neigungskarte in den ſchwed. Abhdl. v. 1768. XXX B. der deutſch. Ueberſ. S. 209.

Tib. Cavallo Theoret. u. prakt. Abhandl. der Lehre vom Magnet, a. d. engl. Leipz. 1788. gr. 8. S. 55 u. f.

Lichtenberg Anm. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre. Vierte Aufl. §. 709.

Neigung der Bahn, Inclinatio orbitae, *Inclinaiſon de l'orbite.* So nennen die Aſtronomen den Winkel, den die Ebne der Bahn eines Planeten oder Kometen mit der Ebne der Erdbahn, oder der Ekliptik, macht. Taf. XII. Fig. 88., wo el die Erdbahn, PQ die Bahn eines Planeten, EL die bis an PQ erweiterte Ebne der Erdbahn oder Ekliptik vorſtellt, iſt der Winkel P☋E die **Neigung der Bahn** PQ.

Nun wird der Winkel zwoer Ebnen PQ und EL gemeſſen, wenn man auf ihren gemeinſchaftlichen Durchſchnitt ☋☊, aus irgend einem Punkte, z. B. aus S, in beyden Ebnen die Perpendikel SP und SE errichtet. Alsdann iſt der ebne Winkel PSE dem Winkel oder der Neigung beyder Ebnen gleich. Iſt aber S der Ort der Sonne, wie in der Figur, ſo wird PSE zugleich der gröſte Winkel, um welchen der Planet P, aus der Sonne geſehen, jemals von der Ebne der Erdbahn ☋E☊ abweichen kan, oder die gröſte heliocentriſche Breite des Planeten P, ſ. **Breite, Heliocentriſch**. Daher iſt die Neigung der Bahn eines Planeten ſeiner gröſten heliocentriſchen Breite gleich.

Dieſe gröſte Breite hat der Planet in den Punkten P und Q, welche von ☊ und ☋, ſeinen **Knoten**, um 90° abſtehen. Wenn man alſo an dieſen Stellen ſeine heliocentriſchen Breiten aus Beobachtungen berechnet, ſo giebt die gröſte darunter die Neigung ſeiner Bahn. Die Aſtronomie lehrt

aber noch andere und beſſere Methoden, dieſe Neigung zu finden.

Die geocentriſche oder aus der Erde geſehene Breite kan größer, als die Neigung, werden. Steht z. B. die Erde in e, indem der Planet in P iſt, ſo iſt ſeine geocentriſche Breite dem Winkel P e E gleich, alſo größer, als P S E, oder als die Neigung der Bahn. So ſteigt die geocentriſche Breite der Venus bisweilen über 8°, obgleich die Neigung ihrer Bahn kaum $3\frac{1}{2}$° beträgt.

Da ſich nun die Planeten niemals weit von der Ekliptik entfernen, oder da ihre geocentriſchen Breiten immer klein bleiben, ſo folgt hieraus, daß auch die Neigungen ihrer Bahnen nur gering ſind. Nach de la Lande ſind ſie folgende:

Merkur	- -	7°	0′	0″	
Venus	- -	3	23	20	
Mars	- -	1	51	0	
Jupiter	- -	1	19	10	
Saturn	- -	2	30	20	
Uranus	- -	0	43	35	nach Bode.

Die Neigung der Mondbahn iſt wegen der Einwirkung der Sonne veränderlich, und zwiſchen 5° 1′ und 5° 17′ enthalten. Die Bahnen der Jupitersmonden haben auch ſehr geringe Neigungen, die der Saturnsmonden weit ſtärkere, ſ. **Nebenplaneten**.

Die Planeten laufen alſo um die Sonne nicht völlig, aber doch beynahe, in einerley Ebne, und gehen dabey alle nach einerley Richtung, nemlich nach der Folge der Zeichen. Im Ganzen ſchien dies dem carteſianiſchen Syſtem ſehr vortheilhaft, nach welchem ſie alle durch den Wirbel der Sonne fortgeriſſen werden; nur ſollten in dieſem Syſtem eigentlich gar keine Neigungen der Bahnen ſtatt finden, und die Carteſianer muſten alle ihre Kräfte aufbieten, um eine Urſache derſelben anzugeben. Im newtoniſchen Syſtem, wo die Neigung der Bahn von der Richtung des erſten dem Planeten mitgetheilten Wurfs abhängt, ſcheint das Zuſammenfallen der Bahnen um einerley Ebne auf einen gemeinſchaftlichen Urſprung der Bewegung aller Planeten aus einem ein-

zigen Stoße hinzuweiſen: welchen Umſtand auch **Buffon** bey ſeiner Hypotheſe über die Entſtehung der Planeten benützt hat, ſ. **Erdkugel** (Th. II. S. 63.).

Die Kometen zeigen zum Theil ſehr große Neigungen ihrer Bahnen, deren einige die Ekliptik faſt lothrecht durchſchneiden.

de la Lande aſtronomiſches Handbuch, §. 522 u. f.

Netzhaut, ſ. Auge.

Neumond, Novilunium, *Nouvelle Lune.* Dieſen Namen giebt man der Erſcheinung der völlig dunkeln von der Sonne abgewendeten Helfte des Monds, oft auch der Zeit, da wir dieſe Erſcheinung ſehen, ſ. **Mondphaſen.**

Die Erſcheinung beſteht eigentlich darinn, daß man den Mond gar nicht ſieht, weil er zu dieſer Zeit zwiſchen uns und der Sonne ſteht, wie bey a Taf. XVII. Fig. 58., und alſo in **Conjunction** mit der Sonne, oder nahe bey ihr geſehen werden müſte, wo man eine dunkle Scheibe wegen des Glanzes der Sonnenſtralen nicht wahrnehmen kan. Nur, wenn der Mond einem Orte der Erde ganz oder zum Theil vor die Sonnenſcheibe tritt, wird der **Neumond** wirklich geſehen, und verurſacht alsdann eine **Sonnenfinſterniß**, die alſo nie anders, als zur Zeit des Neumonds, ſtatt finden kan.

Von der Zeit des Neumonds an wird der Mond des Abends wieder ſichtbar, und fängt alſo eine neue Reihe ſeiner Erſcheinungen, einen neuen Mondwechſel, an. Daher kommen die Benennungen des Neumonds in allen Sprachen.

Für die Völker, die ſich der Mondenjahre und Mondenmonate bedienen, iſt der Neumond wichtig, weil er den Anfang der Monate beſtimmt. Als man die Zeit des wahren Neumonds noch nicht zu berechnen wuſte, gebrauchte man den Erleuchtungsmonat, ſ. **Monat**, und nannte **Neumond** die erſte Wiedererſcheinung des Monds, welche ſich 1—2 Tage nach dem wahren Neumonde ereignet, oder die Phaſe, welche beym **Hevel** (Selenogr. p. 273.) den Namen Luna prima ſ. noviſſima führet.

Neunzigſter, Nonageſimus, *Nonagéſime.* Dieſen Namen führt derjenige Punkt der Ekliptik, welcher für einen gegebnen Zeitpunkt von den beyden eben im Horizonte befindlichen Punkten der Ekliptik, oder dem **aufgehenden** und **untergehenden** Punkte, 90° weit abſteht.

Die Ekliptik ändert ihre Stellung gegen den Horizont alle Augenblicke. Dennoch ſchneiden ſich beyde Kreiſe, als gröſte, ſtets unter gleichen Helften, und der **neunzigſte** über dem Horizonte ſtehende Grad der Ekliptik iſt zugleich der mittelſte und **höchſte** Punkt ihrer jedesmal ſichtbaren Helfte. Seine Höhe iſt das Maaß des Winkels, den die Ekliptik in dieſem Augenblicke mit dem Horizonte macht.

Dieſer Neunzigſte läſt ſich durch Auflöſung eines Kugeldreyecks berechnen, wenn Polhöhe des Orts, Schiefe der Ekliptik, und Abſtand der Nachtgleiche vom Mittage gegeben ſind. Er iſt von demjenigen Punkte der Ekliptik, der zu dieſer Zeit im Mittagskreiſe ſteht, und der **culminirende Punkt** heißt, unterſchieden. Nur in den Zeitpunkten, da die Nachtgleichen im Horizonte ſtehen, iſt einer von den Solſtitialpunkten zugleich Neunzigſter und culminirender Punkt. Iſt aber eine von den Nachtgleichen im Mittagskreiſe, ſo fällt der Neunzigſte am weitſten abend- oder morgenwärts, oder ſein Azimuth wird ein **Gröſtes.**

Man braucht den Neunzigſten vornehmlich bey Berechnung des kosmiſchen und akronyktiſchen Auf- und Untergangs, und der Finſterniße.

Neutralſalze, Salia neutra, enixa, ſalſa, *Sels neutres*, ſind diejenigen zuſammengeſetzten Salze, welche aus der bis zum Sättigungspunkte getriebnen Verbindung einer Säure und eines Laugenſalzes entſtehen. Iſt hiebey der Sättigungspunkt vollkommen getroffen worden, ſo zeigt das entſtandne Salz weder ſaure noch alkaliſche Eigenſchaften mehr, und heißt daher mit Recht ein **Neutralſalz.** Dieſe Salze färben den Veilchenſyrup und die Lakmustinctur nicht, und laſſen ſich meiſtentheils ſehr leicht kryſtalliſiren.

Man nannte ſie ſonſt **vollkommne Mittelſalze,** indem man unter dem allgemeinen Namen der Mittelſalze

auch diejenigen mit begrif, welche aus der Verbindung der Säuren mit den abſorbirenden Erden entſtehen; durch **Bergmann** aber iſt eingeführt worden, die, von welchen hier die Rede iſt, **Neutralſalze** zu nennen, und den Namen der Mittelſalze den leztern allein zu überlaſſen, ſ. **Mittelſalze**.

Jede Säure giebt mit jedem der drey Laugenſalze ein eignes Neutralſalz, daß man alſo die dreyfache Anzahl der Säuren für die Zahl der möglichen Neutralſalze halten kan. Alle dieſe Neutralſalze ſind untereinander an Geſchmack, Auflösbarkeit, Kryſtallengeſtalt, Fähigkeit ſich zu kryſtalliſiren, Verhalten an der Luft u. ſ. w. unterſchieden. Zwo Säuren darf man nur in dem Falle für weſentlich verſchieden halten, wenn ſie mit einerley Laugenſalze geſättigt verſchiedene Neutralſalze geben.

Die Namen der Neutralſalze aus den bekannteſten Säuren enthält folgende Tabelle:

	Vegetabiliſches Alkali	Mineraliſches Alkali	Flüchtiges Alkali
Vitriolſäure	Vitrioliſirter Weinſtein (tartarus vitriolatus	Glauberſalz (Sal mirabile Glauberi)	Glaubers geheimer Salmiak
Salpeterſäure	Salpeter (Nitrum)	Würflichter Salpeter (Nitrum cubicum)	Entzündbarer Salpeter
Salzſäure	Digeſtivſalz (Sal digeſtivum Sylvii)	Küchenſalz	Salmiak
Boraxſäure	Weinſteinborax	Borax	Boraxſalmiak
Eſſigſäure	Geblätterte Weinſteinerde (Terra foliata tartari)	Mineraliſches Eſſigſalz	Eſſigſalmiak, Minderers Geiſt
Weinſteinſäure	Tartariſirter Weinſtein (Tartarus tartariſatus)	Polychreſtſalz, Salz des Seignette	Auflöslicher Weinſtein (tartarus ſolubilis)

Die aus den übrigen Säuren bekommen Namen, welche von der Säure hergenommen ſind, mit dem Beyſatze: vegetabiliſch oder mineraliſch, nach Beſchaffenheit des Laugenſalzes, z. B. **mineraliſches Citronenſalz**, **vegetabiliſches Phoſphorſalz**. Iſt aber das Laugenſalz das flüchtige, ſo bekommen die entſtandenen Neutralſalze den Namen der **Salmiake** oder **Ammoniakalſalze** (ſalia ammoniacalia), und der Beyſatz wird von der Säure hergenommen, z. B. **Citronenſalmiak**, **Flußſpathſalmiak**, u. ſ. w.

Durch Sättigung der Laugenſalze mit der Luftſäure entſteht eigentlich auch eine Art Neutralſalze. Man läßt aber denſelben den Namen der Laugenſalze, und nennt ſie nur in dieſem Zuſtande **milde** oder **luftſäurehaltige Laugenſalze** (Alcalia äerata). Reine Laugenſalze, von der Luftſäure befreyt, heiſſen **äzende**, **kauſtiſche** (Alcalia pura, cauſtica) ſ. **Laugenſalze**.

Da die fixen Laugenſalze mehr Verwandtſchaft mit den Säuren haben, als das flüchtige, ſo werden die **Ammoniakalſalze** zerſetzt, wenn man fixe Laugenſalze dazu bringt. Das flüchtige Alkali wird alsdann abgeſchieden, und es kömmt ein neues Neutralſalz zum Vorſchein.[1]

[1] Gren ſyſtemat. Handbuch der Chymie, Th. I. §. 220 u. f.

Newtoniſches Teleſkop, ſ. **Spiegelteleſkop**.

Nichtleiter, ſ. **Elektriſche Körper**.

Nickel, Niccolum, *Nickel*. Ein eignes erſt ſeit 1751 durch **Cronſtedt** entdecktes Halbmetall von einer weiſſen, etwas röthlichen Farbe, das durch die Verkalkung in einen grünen Kalk zerfällt, und ein Glas von einer röthlich braunen oder Hyacinthenfarbe giebt, aber ſehr ſchwer von dem immer beygemiſchten Eiſen und Kobalt zu reinigen iſt.

Das unter dem Namen **Kupfernickel** (Cuprum Nicolai ſ. Niccoli) bekannte rothgelbe Erz dieſes Halbmetalls ward ſonſt nach **Henkel** und **Cramer** unter die Kupfer- oder Kobalterze gerechnet. **Cronſtedt** (Abhdl. der königl. ſchwed. Akad. der Wiſſ. auf die Jahre 1751 u. 1754.) zog zuerſt aus dieſem Erze einen König, der ſich von den übri-

gen Metallen unterſchied, und dem er den Namen **Nickelkönig** oder **Nickel** beylegte. Da aber Cronſtedts König noch höchſt unrein war, ſo ſuchte **Bergmann** (Diſſ. de Niccolo, reſp. *Arvidſon* in Opuſc. phyſico-chem. Vol. II. auch frz. in *Rozier* Journal de phyſ. Octob. 1776.) mit unglaublicher Mühe, ihn mehr zu reinigen, und ſeine Natur genauer zu beſtimmen. Er fand hiebey den Nickel in vielen Eigenſchaften dem Eiſen ſo ähnlich, daß er in Verſuchung kam, ihn für nichts anders, als Eiſen in einem beſondern Zuſtande zu erklären. Doch erinnert er ſelbſt, daß man beſſer thue, dieſer Muthmaßung nicht eher zu trauen, als bis man den Nickel aus Eiſen werde bereiten können.

Die ſpecifiſche Schwere des Nickels iſt gegen 9,000. Je reiner er iſt, deſto mehr ſcheint er ſich der Dehnbarkeit und Unſchmelzbarkeit des Eiſens zu nähern, und deſto grüner wird ſein Kalk. Die Säuren löſen ihn und ſeinen Kalk auf, und man erhält daraus Salzkryſtallen von grüner Farbe. Mit flüchtigem Alkali überſättigt, werden die grünen Auflöſungen blau. Im Kupfernickel iſt er zugleich mit Eiſen und Kobalt durch Schwefel und Arſenik mineraliſirt, und der grüne Beſchlag, der ſich durch Verwitterung des Kupfernickels anſetzt, beſteht zum Theil aus dem Kalke des Nickels.

Macquer chymiſches Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Nickel.

Niederſchlag, Niederſchlagung, Fällung,

Praecipitatio, *Précipitation*. Dieſen Namen führt die Trennung oder Abſcheidung eines Körpers von einem andern, mit welchem er durch Auflöſung verbunden war, vermittelſt eines hinzugefügten dritten. Wenn nemlich A und B durch Auflöſung verbunden ſind, und man einen dritten Körper C hinzuſetzt, der mit A mehr Verwandſchaft, als B, hat, ſo verbindet ſich C mit A, hingegen wird B nunmehr von A getrennt und abgeſchieden, und dieſer ganze Vorgang heißt eine **Niederſchlagung**. Wirft man z. B. in eine geſättigte Auflöſung von Kreide in Eſſig, etwas reines Laugenſalz, ſo verbindet ſich dieſes wegen ſeiner ſtärkern Ver-

wandſchaft mit dem Eſſig; dagegen wird die Kreide aus demſelben getrennt oder niedergeſchlagen. Es beruht alſo der ganze Vorgang auf der ſtärkern Verwandſchaft des hinzugeſetzten Körpers, welcher das **Niederſchlagungs-** oder **Fällungsmittel** (Praecipitans) genannt wird.

Das Fällungsmittel verbindet ſich mit dem einen Beſtandtheile der Auflöſung, und erzeugt dadurch einen neuen Körper. Dies iſt, nach den beym Worte: Auflöſung feſtgeſetzten Begriffen, eine wahre neue Auflöſung. Da nun jede Auflöſung vorausſetzt, daß wenigſtens der eine Körper flüßig ſey, ſo findet dieſe Vorausſetzung auch bey der Niederſchlagung ſtatt.

Iſt die zu trennende Auflöſung ſchon im gewöhnlichen Zuſtande flüßig, ſo ſagt man, die Niederſchlagung geſchehe auf dem **naſſen Wege** (praecipitatio humida); wird die Flüßigkeit erſt durch Schmelzung bewirkt, ſo geſchieht das Niederſchlagen auf dem **trokenen Wege** (praecipitatio ſicca). Ein Beyſpiel des letztern iſt die Bereitung des Bleys aus dem Bleyglanz, welcher aus Schwefel und Bley beſteht. Wird dieſer geſchmolzen und Eiſen zugeſetzt, ſo verbindet ſich das letztere mit dem Schwefel, der nunmehr das Bley frey läßt.

Wenn bey einer Niederſchlagung ein Körper in feſter Geſtalt zum Vorſchein kömmt, indem das übrige flüßig bleibt, ſo heißt dieſer feſte Körper ein **Niederſchlag** oder **Präcipitat**. Es kan dieſes entweder der aus der Auflöſung abgeſchiedene Körper ſeyn, wie die Kreide im erſten Beyſpiele: oder es kan der neuerzeugte Körper ſeyn, der aus der Verbindung des Fällungsmittels mit dem andern Beſtandtheile der Auflöſung entſprungen iſt. Wenn man z. B. in die Kreidenauflöſung etwas Vitriolſäure tröpfelt, ſo verbindet ſich dieſe mit der Kreide, bildet mit ihr einen Gyps, der ſich als Niederſchlag zeigt, und macht einen Theil des Eſſigs frey. Es kömmt hiebey darauf an, ob das Fällungsmittel ſeine ſtärkere Verwandſchaft gegen den flüßigen oder gegen den feſten Beſtandtheil der Auflöſung äuſſert.

Das Präcipitat erſcheint entweder in Geſtalt eines Pulvers oder als Kryſtallen, oder als eine geronnene Maſſe. Nach ſeiner verſchiedenen eigenthümlichen Schwere fällt es entweder in dem übrigen Flüßigen zu Boden, oder es ſchwimmt oben auf. Im letztern Falle heißt es ein Rahm (cremor, *créme*).

Bisweilen löſet ſich der Niederſchlag in dem übrigen Flüßigen wieder auf, zumal wenn die Auflöſung viel Waſſer enthält, oder er bleibt darinn ſchwebend, und macht blos den Liquor trüb, oder er entweicht in Dampfgeſtalt, Luftgeſtalt, u. dgl. Deswegen bleibt doch der Vorgang eine Niederſchlagung, bey der man alſo nicht allemal ein ſichtbares feſtes Präcipitat ſuchen darf.

Man theilt auch die Niederſchlagungen in erzwungene und freywillige (ſpontaneas) ab. Letztere ſind diejenigen, die von ſelbſt und ohne Fällungsmittel erfolgen. Dies geſchieht 1.) durch die Kälte, welche die Kraft der Auflöſungsmittel ſchwächt, und verurſacht, daß geſättigte Auflöſungen einen Theil des aufgelöſeten Stofs fallen laſſen 2.) durch die Wärme, oder durch allmählige Verdünſtung der Auflöſungsmittel 3.) durch Verfliegen eines Beſtandtheils der Auflöſung, der die übrigen Beſtandtheile untereinander verband 4.) durch allzuſtarke Verdünnung des Auflöſungsmittels.

Aber in allen dieſen Fällen ſind wirkliche, obgleich nicht ſichtbare, Fällungsmittel vorhanden. Bey 1.) wird der Wärmeſtof, der als Verbindungsmittel wirkte, durch die berührenden Körper entzogen; bey 2.) verbindet ſich dieſer Stof mit dem Auflöſungsmittel, und verwandlet daſſelbe in Dämpfe; bey 3.) verbindet ſich die Luft, und bey 4.) das Waſſer mit einem Beſtandtheile der Auflöſung. Es giebt alſo eigentlich keine freywillige Präcipitation, ob man gleich zulaſſen kan, diejenigen ſo zu nennen, die ohne ein ſichtbares Niederſchlagungsmittel erfolgen.

Die Niederſchlagung iſt der Auflöſung entgegengeſetzt, aber immer wieder mit einer oder mehrern neuen Auflöſungen verbunden, wodurch neue Körper erzeugt werden. Auflöſung und Niederſchlag ſind die Gründe aller übrigen chemiſchen Operationen zu Unterſuchung, Zerlegung und Zu-

ſammenſetzung der Körper, und werden von der Natur ſelbſt als Mittel zu den meiſten Erzeugungen und Veränderungen gebraucht, daher ſie der Phyſiker bey Erklärung der Naturbegebenheiten in unzählbaren Fällen nöthig hat.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der Chemie, Th. I. §. 74 u. f.

Niederſteigender Knoten, ſ. Knoten.

Niederſteigende Zeichen, ſ. Zeichen.

Nivelliren, ſ. Waſſerwägen.

Nördliche Abweichung, Breite, Halbkugel, Polarkreis u. ſ. w. ſ. Abweichung, Breite u. ſ. w.

Nord, Norden ſ. Mitternachtspunkt.

Nordlicht, Nordſchein, Aurora borealis, Lumen boreale, *Aurore boreale*, *Lumiere boreale*. Eine Erſcheinung, welche ſich in unſern Ländern, und weiter nordwärts, bisweilen nach Sonnenuntergang am nördlichen Horizonte ſehen läſt, und in einem ſtarken, oft hochrothen oder feuerfarbenen Lichte beſteht, aus welchem helle Lichtſäulen gegen den Scheitelpunkt emporſteigen. Es wird nöthig ſeyn, die Umſtände genauer anzugeben, welche dieſes Phänomen, wenn es vollſtändig iſt, begleiten.

Der Anfang der Erſcheinung fällt gewöhnlich bald, und ſpätſtens einige Stunden, nach Sonnenuntergang. Nach Mitternacht fängt faſt niemals ein Nordlicht an, und die ſtärkſten entſtehen gleich nach der Abenddämmerung. Man ſieht zuerſt gegen Mitternacht einen dunkeln Nebel, und weſtwärts von ſelbigem ſcheint der Himmel etwas heller, als gewöhnlich. Der dunkle Nebel nimmt nach und nach die Geſtalt eines Cirkelſegments an, wovon ein Theil des nördlichen Horizonts die Sehne ausmacht. Der obere Theil dieſes dunkeln Segments umzieht ſich bald mit einem weißlichen Lichte, welches um denſelben einen hellen Bogen bildet. Oft entſtehen auch zween bis drey concentriſche Bogen, durch deren Zwiſchenräume man das dunkle Segment ſiehet.

Nunmehr ſteigen aus dem hellen Bogen, oder vielmehr aus dem dunkeln Segmente, an welchem ſich faſt immer eine vorzüglich helle Stelle zeigt, Lichtſtreifen von ver-

ſchiedenen Farben hervor, die bald entſtehen, bald vergehen, und ihren Ort bald plötzlich, bald allmählig ändern, ſo daß in der Erſcheinung beſtändige Bewegung wahrzunehmen iſt. Dabey wird das Phänomen immer ſtärker, und man bemerkt, ſo oft es zunehmen oder ſich ausbreiten will, eine allgemeine Unruhe der ganzen Lichtmaſſe, wobey nicht nur im dunkeln Segmente und im Bogen die hellern Stellen häufig abwechſeln, ſondern auch das Hervorſchießen der Stralen häufiger wird, und bisweilen der ganze Himmel mit einem flockigen und zitternden Lichte angefüllt ſcheint.

In dieſem Zeitpunkte ſieht man bisweilen am Zenith eine Art von Krone, die aus der Vereinigung der von allen Seiten daſelbſt zuſammenſtoßenden Stralen und Lichtbewegungen entſteht, und gleichſam die Laterne einer Kuppel, oder den Gipfel eines Zelts vorſtellt. In dieſem Augenblicke erſcheint das Schauſpiel am prächtigſten, ſowohl wegen Mannigfaltigkeit der Gegenſtände, als auch wegen der Schönheit der Farben.

Hierauf wird gewöhnlich die Erſcheinung ſchwächer und ruhiger, jedoch geſchieht dies nicht auf einmal, ſondern mit häufigen Abwechſelungen, wobey ſich faſt alle vorige Umſtände, Lichtſäulen, zitternder Schimmer, Krone und Farben wieder erneuern. Endlich aber hört die Bewegung allmählig auf, das Licht zieht ſich mehr gegen den nördlichen Horizont zuſammen, und bleibt daſelſt ruhig; das dunkle Segment zerſtreut ſich, und zuletzt bleibt nur noch eine ſtarke Helligkeit am mitternächtlichen Horizonte übrig, welche nach und nach auch verſchwindet, oder ſich in die Morgendämmerung verliert.

Dieſe Beſchreibung eines vollſtändigen Nordlichts iſt aus des Herrn **von Mairan** Beobachtung des vom 19 Oct. 1726 entlehnt, welches ſich zu Paris in ſeiner ganzen Pracht zeigte. Sehr oft aber, und die meiſtenmale, ſieht man nur einige einzelne Theile des Phänomens, obgleich das dunkle Segment, der helle Bogen, und die aufſteigenden Lichtſäulen faſt allemal wahrzunehmen ſind. Mehrere Beſchreibungen dieſes ſchönen Phänomens findet man beym **Muſſchenbroek** (Introd. ad phil. nat. §. 2496 ſq.).

Weiter nordwärts ſind die Nordlichter weit häufiger und ſtärker. Es wird niemand unangenehm ſeyn, des Herrn v. Maupertuis ſchöne Beſchreibung derſelben hier zu finden (Oeuvres de *Maupertuis*, Lyon 1768. 8maj. To. III. p. 155.). "Wenn alsdann in dieſen Gegenden (um den „Polarkreis in Lappland) der Anblick der Erde ſchrecklich iſt, „ſo zeigt dagegen der Himmel das reizendſte Schauſpiel. „Sobald die Nächte anfangen, dunkler zu werden, ſieht „man den Himmel durch Feuer von tauſend Geſtalten und „Farben erleuchtet; ſie ſcheinen die des beſtändigen Ta„ges gewohnte Erde für die Abweſenheit der Sonne, die „ſich von ihr wendet, entſchädigen zu wollen. Dieſe Feuer „ſchränken ſich dort nicht, wie in unſern ſüdlichern Ländern, „auf eine beſtimmte Himmelsgegend ein. Zwar ſieht man „oft gegen Norden einen unbeweglichen hellen Bogen; meh„rentheils aber ſcheint das Licht den ganzen Himmel ohne „Unterſchied einzunehmen. Es fängt bisweilen mit einer „Bande von hellem und beweglichem Lichte an, die ihre „Enden am Horizonte hat, und ſich plötzlich über den gan„zen Himmel verbreitet, als ob nach einer auf den Mittags„kreis ſenkrechten Richtung ein Fiſchernetz über ihn gezogen „würde. Meiſtentheils vereinigen ſich nach dieſem Vor„ſpiele alle Lichtmaſſen gegen das Zenith, wo ſie gleichſam „die Spitze einer Krone bilden. Oft ſieht man gegen Mit„tag Bogen, wie wir ſie in Frankreich gegen Mitternacht „ſehen; oft erſcheinen ſie gegen Norden und Süden zugleich, „und ihre Gipfel nähern ſich einander, indem die Enden ſich „entfernen und gegen den Horizont herabſteigen. Ich ſahe „ſolche entgegengeſetzte Bogen, deren höchſte Stellen ſich „faſt im Zenith berührten; oft zeigen ſich auch von beyden „Seiten mehrere concentriſche Bogen. Alle dieſe Bogen „haben ihre Gipfel im Mittagskreiſe, jedoch mit einer weſt„lichen Abweichung, welche nicht immer gleich groß, und „bisweilen unmerklich iſt. Manche Bogen, deren Enden „anfänglich gegen den Horizont zu am weitſten auseinander „ſtanden, ziehen ſich bey ihrer Annäherung zuſammen, und „bilden große Ellipſen, von denen man die größere Helfte „über dem Horizonte ſieht. Man würde kein Ende finden,

„wenn man alle Geſtalten und Bewegungen dieſes Lichts „beſchreiben wollte. Seine gewöhnlichſte Bewegung giebt „den Anſchein, als ob Fahnen in der Luft geſchwungen wür„den, die man nach ihren Farbenſchattirungen für große „Streifen von geflammten Taffet halten ſollte.“ Am 18 Dec. 1736 ſahe Herr von **Maupertuis** zu Oſwer-Torneå, während der beſtändigen Nacht, gegen Mittag ein ſo lebhaftes rothes Licht, daß das ganze Sternbild des Orion in Blut getaucht ſchien. Bald darauf verwandlete ſich daſſelbe in Violet und Blau, und bildete eine Krone nicht weit vom Zenith, deren Glanz durch den ſehr hellen Mondſchein nicht im mindeſten verdunkelt ward. Er bemerkt dabey, daß die rothen Lichter in dieſen Gegenden ſelten ſind, ob gleich alle andere Farben häufig erſcheinen.

Von 224 Nordlichtern, welche **Celſius** (Obſervationes de lumine boreali, Norimb. 1733. 4.) von 1716 bis 1732 in Upſal geſehen hat, iſt nur der ſechſte Theil dieſe Zeit über in Frankreich bemerkt worden. In Italien ſind ſie noch ſeltner, und das ſüdlichſte Land, wo man bis hieher ein Nordlicht mit einiger Gewißheit geſehen hat, iſt Portugall, wo unter 37° nördl. Breite das große Phänomen vom 19 Oct. 1726, das man in ganz Europa ſahe, ebenfalls bemerkt worden iſt.

Die Nordlichter zeigen ſich rings um den Nordpol der Erde. Die vom 16 Febr., 3 und 19 Apr. 1750 wurden in Schweden und zugleich von **Kalm** in Nordamerika, 90° weiter weſtwärts geſehen. Dies ſcheint anzuzeigen, daß der helle Bogen, welcher nordwärts erſcheint, den Nordpol der Erde, wie ein Ring, in der Höhe umgebe. Doch ſcheint dieſer Ring nicht den Pol zum Mittelpunkte zu haben, weil die gröſte Höhe des Bogens gemeiniglich mehr weſtwärts fällt. Dieſe Abweichung nach Weſten ſcheint die Urſache zu ſeyn, warum in Amerika die Nordlichter häufiger, als in Europa, geſehen werden; wie denn nach **Kalms** Beobachtungen (Schwed. Abhdl. v. Jahre 1752.) Penſylvanien weit mehr Nordlichter hat, als Spanien, obgleich beyde Länder unter einerley geographiſchen Breiten liegen.

Dieſe merkwürdige Erſcheinung hält allem Anſehen nach gew ſſe ziemlich lange Perioden, in denen ſie abwechſelnd häufiger und ſeltner wird, oder wohl gar völlig auſſenbleibt. Im Alterthume findet man wohl Meteore angegeben, die ſich für Nordlichter erklären laſſen: aber die Spuren ſind nicht deutlich, da Griechenland und Italien zu weit ſüdwärts liegen, und aus nördlichern Ländern die Nachrichten mangeln. Ariſtoteles ſchildert (Meteor. L. I. c. 4. 5.) dunkle Schlünde (χάσματα) und feurige Balken (δοκοὺς) von Purpur = hellrother und blutrother Farbe, die dem dunkeln Segmente und den Lichtſtralen des Nordſcheins ähnlich ſind. Mehrere römiſche Schriftſteller erzählen von Fackeln (faces viſas) und Erſcheinungen eines brennenden Himmels. Dergleichen erwähnen auch Plinius (H. N. II. 26. 27. lampades, trabes, chaſma — ſpectata arma coeleſtia ab ortu occaſuque inter ſe concurrentia — ipſum ardere coelum etc.) und Seneka (Quaeſt. nat. L. I. Sunt chaſmata, cum aliquando coeli ſpatium diſcedit, et flammam dehiſcens veluti in abdito oſtendit).

Herr von Mairan hat in ſeiner Abhandlung vom Nordlichte die ſeit dem Jahre 400 n. C. G. vorhandenen deutlichern Nachrichten von dieſer Erſcheinung, in ein Verzeichniß zuſammengetragen, und ſich dabey vornehmlich des Lycoſthenes oder Conrad Wolfhart bedient, deſſen Buch (Chronicon prodigiorum ac oſtentorum *Conr. Lycoſthenis*. Baſil. 1557. fol.) eigentlich eine Fortſeßung des Julius Obſequens De prodigiis iſt. Vorzüglich deutliche Beſchreibungen finden ſich beym Gregor von Tours (z. B. ad ann. 584. Sed et coelum ab ipſa ſeptemtrionis plaga ita reſplenduit, ut putaretur auroram producere). In Mairans Verzeichniße finden ſich allerdings große Lücken; einige zwar können ebenſowohl von dem Mangel der Nachrichten, als von einem wirklichen Auſſenbleiben der Erſcheinung herrühen; aber die von 1465 — 1520 iſt merkwürdig, da ſie in einen Zeitraum fällt, wo man gewiß nichts Abentheuerliches am Himmel aufzuzeichnen vergaß. So kommen auch von 1581 bis 1600 keine Erwähnungen davon vor. Zu Anfang des ſiebzehnten Jahrhunderts wurden mehrere

Nordlichter von Gaſſendi beobachtet. Von 1621 — 1686 findet ſich die gewiſſeſte Unterbrechung der Erſcheinung in einem Zeitraume, der ſo ungemein reich an Beobachtern des Himmels war. Um 1686 zeigten ſich einige ſchwache Nordlichter; nachher aber fiengen ſie nach einer Pauſe von 20 Jahren erſt 1716 wieder an, und ſind ſeitdem bis auf den heutigen Tag immer häufig geblieben. Von dem am 6 März a. St. 1716 ſagt Halley (Philoſ. Trans. no. 347.), es ſey das erſte, das er geſehen habe, ob er gleich ein fleißiger Beobachter des Himmels, und damals ſchon ſechszig Jahr alt war.

In Schweden ſcheint das Nordlicht ähnliche Perioden gehalten zu haben, wie Celſius erweiſet. Friedrich Martens, der 1671 in Grönland war, und alle Merkwürdigkeiten dieſes Landes genau beſchreibt, erwähnt nichts von einer ſolchen Erſcheinung.

Man ſieht die Nordlichter zu allen Jahrszeiten, am häufigſten aber nach der Herbſt- und vor der Frühlingsnachtgleiche. Mairan hat 229 beobachtete Nordlichter den Monaten nach in folgende Tabelle gebracht:

Januar	21	May	1	Sept.	34
Febr.	27	Jun.	5	Oct.	50
März	22	Jul.	7	Nov.	26
April	12	Auguſt	9	Dec.	15

Es iſt zwar ſehr ſchwer, Parallaxen des Nordlichts zu meſſen, und daraus ſeine Höhe über der Erdfläche anzugeben, weil zween Beobachter an entfernten Orten nie verſichert ſeyn können, beyde ebendenſelben Punkt des Phänomens getroffen zu haben. Doch vereinigen ſich alle hierüber angeſtellte Verſuche dahin, daß die Höhe des Gegenſtandes, den man bey dieſer Erſcheinung ſieht, ſehr groß ſeyn müſſe. Dies erhellet ſchon daraus, weil man ein und ebendaſſelbe Phänomen auf einem ſo großen Theile der Erdfläche ſieht. Ueberdies zeigt die Erfahrung, daß die Nordlichter in keiner beſtimmten Verbindung mit der Witterung ſtehen, woraus es wahrſcheinlich wird, daß ſie über die Grenzen des Luftkreiſes hinaus liegen, und nicht zu den eigentlichen Meteoren gehören. Mairan berechnet aus

Beobachtungen der Höhe des lichten Bogens am 19 Oct. 1726., welche Godin zu Paris 37°, der Cardinal Polignac zu Frescati bey Rom 20° gefunden hatte, die Höhe des leuchtenden Stofs = 266¼ franzöſiſche Meilen (25 auf einen Grad), welches auf 160 geographiſche Meilen beträgt, und die wahrſcheinliche Höhe des Luftkreiſes (8 – 10 geogr. Meilen) bey weitem übertrift, obgleich Mairan ſich dadurch irrig verleiten läſt, den Luftkreis ſelbſt für ſo hoch zu halten, ſ. Luftkreis. Bergmann (Von der Höhe des Nordlichts in d. ſchwed. Abhdl. für 1764. d. deutſch. Ueberſ. S. 200 u. f.) ſetzt dieſe Höhe auf 50 bis 90, ja bisweilen 150 ſchwediſche Meilen.

Man hat auch Verbindungen des Nordlichts mit der Elektricität und dem Magnetiſmus wahrnehmen wollen. Von der Elektricität iſt die Sache noch ſehr zweifelhaft. Winkler (Progr. Conjectura de vi electrica vaporum ſolarium in lumine boreali. Lipſ. 1763. 4.) führt einige hiehergehörige Beobachtungen an, die aber nichts entſcheiden. Bergmann (Philoſ. Trans. Vol. LII. P. 2.) und Cavallo verſichern vielmehr, nie den mindeſten Einfluß des Nordlichts auf die Luftelektricität bemerkt zu haben. Inzwiſchen hat Herr Böckmann in Carlsruhe (ſ. Götting. Magazin d. Wiſſ. u. Litter. I Jahrg. S. 217.) beym Nordlichte vom 28 Jul. 1783 ſtarke Veränderungen an ſeinem Elektrophor bemerkt, und Volta führt in den Abhandlungen über den Condenſator der Elektricität (in *Rozier* Journal de phyſ.) an, daß er durch dieſes Inſtrument am 28 Jul. 1780 bey einem Nordlichte die Elektricität weit ſtärker, als gewöhnlich, gefunden habe.

Von der Magnetnadel haben Celſius und Hjorter (Schwed. Abhdl. für 1747 und 1750.) zuerſt bemerkt, daß ſich ihre Abweichung beym Nordlicht merklich ändere, und gleichſam hin und her zu wanken ſcheine. Einige Beobachtungen hievon hat auch Winkler (Progr. De commercio luminis borealis cum acu magnetica. Lipſ. 1767. 4.) geſammlet. Man hat dies bisher immer als eine beſtätigte Erfahrung angeſehen: es iſt aber doch merkwürdig, daß der P. Hell 1769. in Wardhus nichts davon wahrgenommen, und daß Herr van Swinden (Recueil des mé-

moires ſur l'analogie de l'électr. et du magnetiſme. à la Haye 1784. III Vol. 8.) ähnliche Bewegungen beym Nordlichte auch an meſſingnen Nadeln, die alſo nicht magnetiſch waren, bemerkt hat.

Daß dieſe Erſcheinung, und beſonders das Aufſteigen der Lichtſäulen, mit einem Geräuſch, wie das Sauſen eines entfernten Windes, begleitet ſey, hat man in Schweden behaupten wollen. Dies würde anzeigen, daß der Stof des Nordlichts nicht ſo weit von uns wäre, oder ſich zuweilen bis in den Luftkreis erſtreckte. Muſſchenbroek führt hierüber die Zeugniße der grönländiſchen Wallfiſchfahrer an, und Wargentin (Schwed. Abhdl. für 1753. deutſch. Ueberſ. S. 86.) beruft ſich auf D. Gißlers Beobachtungen im nördlichen Schweden. Bergmann aber hat nichts hievon wahrnehmen können, und bemerkt, die beſtändige Bewegung mache den Zuſchauer geneigt, jedes Säuſeln, das er etwa aus andern Urſachen höre, dem Nordlichte zuzuſchreiben.

Es bleibt mir nun noch übrig, die Meinungen der Naturforſcher über die Urſache dieſes ſonderbaren Phänomens anzuführen. Man ſuchte ſie anfänglich in dem, was ſich am erſten darbietet, in entzündlichen oder wenigſtens phoſphoreſcirenden Ausdünſtungen der Erde. Dieſe Erklärung findet man bey den meiſten ältern Phyſikern, nur mit dem Unterſchiede, daß ſie dieſe Ausdünſtungen bald für Schwefel und Salpeter, bald nur überhaupt für etwas Entzündliches oder Leuchtendes ausgeben, aber doch einſtimmig innerhalb der Grenzen unſers Luftkreiſes ſetzen. Auch Muſſchenbroek kan ſich hievon nicht losreiſſen. Er nimmt für bewieſen an, daß das Nordlicht mit zur Atmoſphäre gehöre, weil das Segment wie eine gewöhnliche Wolke ausſehe, der Bewegung der Erde folge, bisweilen eine ſehr große Parallare zeige, und ein Geräuſch hören laſſe. Aber unter dieſen Entſcheidungsgründen mangelt es einigen an Wahrheit oder Gewißheit, andern an Beweiskraft. Mairan zeigt dagegen ſehr gründlich, daß das Nordlicht nicht von irdiſchen Dünſten herrühren könne 1.) aus ſeiner großen Höhe 2.) aus den langen Unterbrechungen, denen doch Regen, Donner, Höfe, Nebenſonnen u. dgl. nicht ausgeſetzt ſind

3.) aus den Erſcheinungen ſelbſt, beſonders der beſtändigen Stellung gegen Norden, die ſich aus den Dünſten gar nicht erklären läßt, da dieſe in den ſüdlichen Ländern weit häufiger ſind 4.) aus den Monaten, da die Nordlichter am ſeltenſten ſind, und in welchen gerade die meiſten Dünſte aufſteigen. **Cramer** (Ueber die Entſtehung des Nordlichts. Hildesheim, 1785. 8.) nimmt inflammable Dünſte an, die der Druck der Luft aus den heiſſen Ländern gegen die Pole zuſammentreibt.

Andere haben das Nordlicht für ein optiſches Meteor gehalten, und aus dem Wiederſcheine des um den Nordpol befindlichen Schnees und Eiſes erklärt, welches die Sonnenſtralen gegen die hole Fläche der obern Schichten des Dunſtkreiſes zurückwerfe, von der ſie durch eine zweyte Reflexion in unſer Auge gelangten. **Mairan** ſetzt dieſer Erklärung entgegen, ſie mache das Nordlicht zu einer wahren Dämmerung, die ſich immer zeigen, auch nach den Geſetzen der Dämmerung ab- und zunehmen müſte; ſie ſetze bey der Höhe des lichten Bogens in unſern Ländern, 300 frz. Meilen hoch noch Lufttheile oder Wolken voraus, die das Licht zurückwürfen; durch dieſe würde man die Sterne nicht ſehen können, wie durch den Schimmer des Nordſcheins; die Höhe des Bogens richte ſich nicht nach der Abweichung der Sonne; das Licht müſte nach dieſer Erklärung unten am ſtärkſten ſeyn, wo ſich doch das dunkle Segment zeige; endlich ſey das allgemeine Zittern des ganzen Himmels nebſt den beſondern Umſtänden des Nordlichts auf dieſe Art gar nicht zu erklären.

Inzwiſchen iſt die Meinung, daß das Nordlicht ein optiſches Meteor ſey, welche ſchon **Descartes**, **Burman** und **Spidberg** (Act. litter. Sueciae ad ann. 1724.), **Frobeſius** (Nova et antiqua luminis atque aurorae borealis ſpectacula. Helmſt. 1739. 4.) u. a. vorgetragen hatten, neuerlich vom P. **Hell** (Aurorae borealis theoria nova in Append. ad Ephemerides aſtr. anni 1777.) wieder angenommen worden, welcher bey ſeinem Aufenthalte zu Wardhus in Norwegen im J. 1769 das Nordlicht zu einem Hauptgegenſtande ſeiner Beobachtungen gemacht hatte. Er bemüht ſich, die Erſcheinungen durch Eistheilchen mit platten Flä-

chen zu erklären, welche in den nördlichen Gegenden des Luftkreiſes bis auf eine große Höhe ſchweben, und das Licht der Sonne ſowohl, als des Mondes, nicht blos ein oder zweymal, ſondern ſehr vielmal, zurückwerfen ſollen. Es fallen hiebey freylich einige der vorhin genannten Schwierigkeiten hinweg, z. B. die große Höhe, welche man aus den Parallaxen geſchloßen hat, da bey einer blos optiſchen Erſcheinung, bey der jeder Zuſchauer etwas anders ſieht, die Methode der Parallaxen gar nicht mehr anzuwenden iſt; ferner der Einwurf, daß man Nordlichter ſieht, wenn die Sonne 60° tief unter dem Horizonte und der Mond neu iſt, weil nach dieſer Hypotheſe ſehr viel Reflexionen vorgehen, und immer ein Eisblättchen dem andern den Sonnenſtral zuwirft. Auch erklärt ſich die Unterbrechung und Bewegung des Phänomens, da nicht immer Eisblättchen vorhanden ſind, und die vorhandenen vom Winde mannigfaltig bewegt werden; und endlich die große Stärke des Lichts, da freylich platte Flächen leicht 1000mal mehr Licht auf einen Ort werfen können, als Kügelchen, woraus die Dünſte und Wolken beſtehen, und die das Licht zerſtreuen. Allemal aber bleibt es noch unbegreiflich, daß gefrorne Eisblättchen ſo hoch im Luftkreiſe ſchweben ſollen, als hiebey noch immer erfordert wird, und wie man durch ſie die Fixſterne ſehen könne.

Halley (Philoſ. Trans. no. 347.) erklärt das Nordlicht vom Jahre 1716 für einen magnetiſchen Ausfluß aus den nördlichen Polen der Erde, der bey ſeinem Aufſteigen dicht und ſichtbar ſey, gegen den Aequator hin ſich zerſtreue, und dann wieder ſammle, um in die Südpole einzudringen. Er gründet ſich vornehmlich darauf, daß damals die Abweichung des Bogens vom Mitternachtspunkte weſtlich, und faſt der Abweichung der Magnetnadel gleich war. Man müſte doch, wenn dies die wahre Urſache wäre, eine entſchiednere Verbindung zwiſchen Nordlicht und Magnetnadel wahrnehmen. Halley hat auch noch eine andere Erklärung in Bereitſchaft. Nach ihm hat die Erde einen beſondern Kern, und wir bewohnen die äuſſere Rinde, (ſ. **Abweichung der Magnetnadel, Th. I. S. 27.**).

Vielleicht iſt der Kern auch bewohnt, und da ihm die Sonne nicht leuchten kan, ſo hält ſich zwiſchen Kern und Rinde eine eigne leuchtende Materie auf, von der bisweilen etwas durch unbekannte Oefnungen an den Polen, wo die Schale am dünnſten iſt, ausſtrömt, und uns als Nordlicht erſcheint.

Faſt keine Hypotheſe in der Phyſik iſt mit ſo vielem Fleiße, Scharfſinn, Witz und Beleſenheit ausgeführt worden, als die, nach welcher Herr von **Mairan** (Traité phyſique et hiſtorique de l'aurore boreale in den Mém. de Paris. 1731. auch beſonders Paris, 1733. 4. und ſehr vermehrt 1754. gr. 4. ingl. Eclairciſſemens ſur le traité phyſique etc. par M. *de Mairan* in d. Mém. de Paris. 1748. p. 363.) das Nordlicht aus Dämpfen der Sonnenatmoſphäre herleitet, die wir ſonſt in der Geſtalt des **Zodiakallichts** ſehen, ſ. **Atmoſphäre der Sonne, Thierkreislicht.** Da es als beſtätigt angeſehen wird, daß bisweilen die Erde in die Grenzen der Sonnenatmoſphäre eintritt, ſo ſucht Herr v. Mairan den Grund des Nordlichts in der alsdann entſtehenden Vermiſchung beyder Atmoſphären der Sonne und der Erde. Die Theile der erſtern, welche der Erde nahe genug kommen, um gegen ſie mehr Schwere, als gegen die Sonne zu erhalten, fallen in den Luftkreis herab, werden durch die Umdrehung und Schwungkraft der Lufttheile gegen die Pole der Erde, wo kein Schwung ſtatt findet, hingetrieben, und bleiben in den höchſten Luftſchichten ſchweben, mit denen ſie gleiche ſpecifiſche Schwere haben. Die niedrigern Schichten enthalten die gröbern dunklern Theile, welche das Segment und die dunkeln Wolken bilden, auf denen die Lichtſäulen aufſtehen. Ueber dieſen ſchwebt der feinere Stof, der entweder an ſich brennend, oder durch Reibung und Gährung mit der Erdluft, entzündet iſt. Dies alles geſchieht in einer beträchtlichen Höhe über der Erde, daher das Licht noch ſehr weit vom Nordpole geſehen werden kan. Die weſtliche Abweichung des Bogens wird ſinnreich erklärt. Nemlich, da ſich die Erde von Abend gegen Morgen drehet, ſo tritt die Abendgegend des Luftkreiſes, am ſpätſten in die Sonnenatmoſphäre ein. Auf der Morgenſeite hat der feine Stof den Tag über ſchon

Zeit gehabt, ſich zu vertheilen, oder nahe an den Pol zu ziehen: gegen Abend zu iſt er noch in großer Menge und in voller Bewegung, daher erſcheint das Licht mehr weſtwärts.

Herr von Mairan erklärt hieraus mit einer Umſtändlichkeit, in der ich ihm hier nicht folgen kan, die Entſtehung des dunkeln Segments, der hellen Bogen, der Lichtſäulen und Stralen, der Zitterungen und Blitze, der Krone am Zenith u. ſ. w. ſehr ungezwungen. Es giebt faſt keinen Umſtand, der ſich nicht ſeiner Hypotheſe faſt freywillig zu unterwerfen ſchiene. Er giebt hierauf eine Darſtellung von der Lage des Sonnenäquators und der Atmoſphäre um denſelben, gegen die Erdbahn, zeigt daraus, zu welchen Jahrszeiten die Erde der Sonnenatmoſphäre am nächſten komme, und ſich am meiſten in ſie einſenken könne, und findet, daß dies gerade in eben den Monaten geſchieht, in welchen man die meiſten Nordlichter beobachtet hat. Endlich beweiſet er aus den Beobachtungen des Thierkreislichts, daß ſich die Sonnenatmoſphäre bald erweitere, bald enger zuſammenziehe, daher die Erde bey manchen Umläufen auf ſie treffen, bey andern ſie verfehlen könne. Hieraus erklärt er die langen Unterbrechungen der Erſcheinung von Nordlichtern, indem er zeigt, daß ſie gerade in den Jahren gefehlt haben, in denen man das Zodiakallicht gar nicht, oder nur ſchwach, hat bemerken können.

Es iſt kein Wunder, daß dieſe ſo wohl ausgeführte und noch überdies angenehm vorgetragne Hypotheſe zu ihrer Zeit ſehr viel Anhänger gefunden hat. Aber ſo ſchön die Ausführung iſt, ſo unwahrſcheinlich ſind die Gründe. Euler (Mém. de l'acad. de Pruſſe. 1746.) und d'Alembert (Opuſcules mathem. To. VI. p. 333.) haben wichtige Zweifel dagegen erregt, obgleich von Mairan die euleriſchen (Mém. de Paris. 1747.) ganz glücklich zu heben gewuſt hat. Anjetzt hat das Mairanſche Syſtem viel von ſeinem ehemaligen Anſehen verlohren, und ſelbſt die, die ihm noch folgen, z. B. Bergmann (Phyſikal. Beſchreib. der Erdkugel, durch Röhl. II Th. S. 82 u. f.), hüten ſich doch, der Entzündung und Gährung der Sonnendämpfe zu erwähnen, und geben lieber andere Urſachen des Leuchtens an.

Euler iſt geneigt, das Nordlicht eben der Urſache zuzuſchreiben, von der er die Kometenſchweiſe herleitet, nemlich dem Stoße der Sonnenſtralen gegen die Atmoſphäre der Erde. Dieſer Stoß würde auch der Erde einen Schweif geben, wenn ihr Luftkreis ſo feine und aufgelößte Materie enthielte, als ſich um die Kometen findet. Dennoch ſetzt er die obere Luft in einige Bewegung, am meiſten um die Pole, welche der Wirkung der Sonne ein halbes Jahr lang unaufhörlich ausgeſetzt ſind.

Seitdem man den Bliz für eine elektriſche Erſcheinung erkannt und die Elektricität der Atmoſphäre wahrgenommen hat, ſind die Naturforſcher geneigt worden, auch das Nordlicht aus der Elektricität zu erklären, deren Leuchten im luftleeren Raume, oder vielmehr in ſehr verdünnter Luft, mit den Stralen des Nordlichts ſo viel Aehnlichkeit hat. Wenn man ein tragbares Vacuum, d. i. eine durch die Pumpe von Luft entledigte und mit einem Hahne geſchloßne Glocke oder eine luftleere Glasröhre im Dunkeln reibt, oder gegen den Leiter einer Elektriſirmaſchine bringt, ſo ſcheint ſie von innen mit einem ſtralenden Lichte erfüllt, deſſen Aehnlichkeit mit dem Nordlichte man nicht verkennen kan. Denkt man nun hiebey an das Vacuum oder an die äuſſerſt dünne Luft an den Grenzen der Atmoſphäre, und an die Elektricität der leztern, ſo bietet ſich dieſe Erklärung des Nordlichts gleichſam von ſelbſten an.

Canton, der Urheber des erwähnten Verſuchs, hat dabey auch dieſen Gedanken zuerſt gehabt (Philoſ. Trans. Vol. XLVIII. P. 1. p. 356. 358.). Er fragt, ob nicht vielleicht das Nordlicht ein Uebergang der Elektricität aus poſitiven Wolken in negative, durch den obern Theil der Atmoſphäre, ſey? Er ſammlete durch ſeinen Apparat, während der Erſcheinung von Nordlichtern, eine Menge Luftelektricität, und glaubte dergleichen des Nachts niemals, als bey ſolchen Erſcheinungen, zu finden. Die Urſache davon ſucht er in einer plözlichen Erwärmung der Luft durch die Erdfläche (Philoſ. Trans. Vol. LI. P. 1. S. 403.). Beccaria (Lettere del elettricismo. Bologna, 1758. 4maj. p. 272.) erklärte nun den Nordſchein ebenfalls für ein ſicht-

bares Ueberſtrömen der Elektricität, und dieſe Meinung verbreitete ſich ſo allgemein, daß Prieſtley ſagt, er glaube nicht, daß ſeitdem irgend jemand an ihrer Wahrheit gezweifelt habe.

Die erſte förmliche Theorie hierüber hat, ſoviel mir bekannt iſt, Eberhard (Halliſche Intelligenzbogen v. 1758. Num. 49. und nachher in ſ. Vermiſchten Abhdl. aus der Naturlehre ꝛc. Halle, 1759. 8. Th. I. S. 130 u. f.) entworfen. Nach ſeiner Meinung ſind die Sonnenſtralen, die auf den obern Theil der kalten Polarluft fallen, noch nicht im Stande, dieſelbe zu erwärmen; ſie erſchüttern ſie nur und erregen ihre Elektricität, die ſich in dieſen Gegenden wegen der Kälte und Trockenheit vorzüglich ſtark zeigt. Eine auf ähnlichen Gründen beruhende Theorie hat der Abt Bertholon de St. Lazare, der jetzt faſt die ganze Natur aus der Elektricität zu erklären ſucht, der Akademie zu Montpellier im Jahre 1777 vorgeleſen. Er geht von dem Grundſatze aus, daß man deſto mehr Elektricität antreffe, je höher man im Luftkreiſe ſteigt. Seine Abhandlung findet man beym Rozier (Journal de phyſ. 1778.), woraus ſie Herr Lichtenberg (Magazin für das Neuſte aus d. Phyſik, I B. 1 St. S. 143 u. f.) im Auszuge mittheilt, und Anmerkungen beyfügt. Bertholon glaubt, das Licht ſey deſto heller, je ſtärker der Dunſtkreis ableite: Herr L. aber bemerkt, wenn dies wäre, ſo müſte ſich über jedem nächtlichen Gewitter oder Regen ein Nordlicht zeigen. Uebrigens glaubt Bertholon, daß die Stralen auf den hellen Bogen ſenkrecht herabſchießen, und nur aus optiſchen Urſachen zu divergiren ſcheinen.

Franklin's eigne Muthmaßungen über die Urſache des Nordlichts (*Rozier* Journal de phyſ. Juin 1779. und in d. Sammlungen zur Phyſik u. Naturgeſch. II. B. 2. Stück S. 249.) ſind folgende. In den obern Gegenden des Dunſtkreiſes ſtrömt die erwärmte Luft der heiſſen und gemäßigten Zonen durch einen beſtändigen Luftzug nach den kältern Polarländern, und führt Wolken mit ſich, welche Elektricität in die Gegend der Pole bringen. In den wärmern Ländern wird das, was von dieſer Elektricität im Re-

gen u. dgl. herabfällt, ohne Schwierigkeit in die Erde geleitet. Aber in der kalten Zone, wo es mit dem Schnee herabfällt, kan es wegen der ſtarken Eisrinde, die kein Leiter iſt, nicht in die Erde dringen. Es wird alſo dieſe angehäufte Elektricität wieder in die Höhe ſteigen, ſich einen Weg durch den Luftkreis, der bey den Polen ſehr niedrig iſt, bahnen, in den luftleeren Raum übergehen, und ſich da in Richtungen, welche wie die Meridiane divergiren, wieder nach dem Aequator wenden. Geſchieht dies, ſo muß ſie da, wo ſie am dichteſten iſt, ſichtbar ſeyn, dies aber immer weniger werden, je mehr ſie divergirt, bis ſie endlich in unſern Ländern in die Luft oder Erde übergeht. Hieraus würden ſich alle Phänomene erklären. Das Nordlicht erſcheint im Sommer am ſeltenſten, weil da das Eis wärmer und zum Leiten geſchickter iſt. Die verdichtete Polarluft ſelbſt würde als ein dunkler Kreis, oder vielmehr, als ein Segment davon erſcheinen: und da die divergirenden Stralen, wenn ſie Leitern näher kommen, wieder convergiren, ſo würden hiedurch die mannigfaltigen Figuren der Lichtſtreifen begreiflich. Poſitiv elektriſche Stellen würden die Kronen veranlaſſen, die in den Beſchreibungen der Nordlichter erwähnt werden.

Soviel auch das Nordlicht Aehnlichkeit mit einer elektriſchen Erſcheinung hat, ſo iſt doch unter allen dieſen Theorien noch keine, welche in Abſicht der beſondern Umſtände vollkommen befriedigt. Bergmann behält Mairans Hypotheſe bey, verbindet ſie aber mit den neuern ſo, daß er die Materie des Zodiakallichts durch Reiben an der verdünnten Luft elektriſch werden, und dadurch elektriſche Erſcheinungen hervorbringen läßt. Das Reſultat aus allem iſt, wie in mehrern Fällen, dieſes, daß wir noch weit davon entfernt ſind, die wahre Urſache und Entſtehungsart des Nordlichts mit Gewißheit angeben zu können.

Was man von dieſem Phänomen gegen den Südpol wahrgenommen hat, ſ. beym Worte **Südlicht.**

Meſure de la terre au cercle polaire in den Oeuvres *de Maupertuis*, Lyon 1768. 8maj. To. III. p. 155.

v. Mairan phyſikal. u. hiſtor. Abhandlung vom Nordlichte, in den phyſ. Abhdl. der königl. Akad. d. Wiſſ. in Paris, von Steinwehr, IX B. S. 248 u. f.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2489 ſqq.

Wargentin Geſch. der Wiſſenſch. vom Nordſcheine in den ſchwediſchen Abhdl. XIV. B. für 1752. S. 169. u. XV. B. für 1753. S. 85.

P. Maxim. Hell Aurorae borealis theoria nova, Appendix ad ephemerides anni 1777. Vindob. 1776. 8. maj.

Prieſtley Geſch. der Elektricität durch Krünitz, S. 211, 221, 236 u. f.

Errleben Anfangsgr. der Naturl. von Lichtenberg §. 759. 760.

Nordpol am Himmel, ſ. **Weltpole**.

Nordpol der Erde, ſ. **Erdpole**.

Nordſchein, ſ. **Nordlicht**.

Normallänge, ſ. **Barometer** (Th. I. S. 265.)

Normaltemperatur, **Reductionstemperatur**, Temperatura normalis. Bey meteorologiſchen Beobachtungen, barometriſchen Höhenmeſſungen u. dgl. iſt es nöthig, die Angaben des Barometers wegen der Wärme zu berichtigen, ſ. **Barometer** (Th. I. S. 260 u. f.). Wenn man nehmlich mehrere Barometerbeobachtungen vergleichen will, die bey verſchiedenen Graden der Wärme gemacht ſind, ſo darf man nicht das vergleichen, was die Barometer wirklich gezeigt haben, ſondern das, was ſie gezeigt haben würden, wenn das Queckſilber in allen einerley Grad der Wärme gehabt hätte. Man muß alſo einen gewiſſen Grad der Wärme wählen, auf den man alle Beobachtungen reducirt, und dieſer heißt alsdann die **Normal-** oder **Reductionstemperatur**.

De Lüc hat hiezu den zehnten Grad des Queckſilberthermometers von 80 Graden, das man gewöhnlich das reaumüriſche nennt, angenommen, und zu dieſer Berichtigung eine eigne Thermometerſkale angebracht (ſ. Th. I. S. 261.). Aber bey Berechnung der Höhen ſelbſt, ſ. **Höhenmeſſung** (Th. II. S. 624.) legt er die Temperatur von $16\frac{3}{4}$ Grad nach eben dieſem Thermometer zum Grunde, weil für ſelbige der Coefficient ſeiner Formel gerade 10000 iſt, und

alſo die Höhe aus der Differenz der Logarithmen unmittelbar, und ohne weitere Berichtigung, in Tauſendtheilen der Toiſe gefunden wird. Billig hätte er dieſe 16¾ Grad (oder faſt 70 Gr. nach Fahrenheit) auch zur Normaltemperatur bey der Berichtigung wegen der Wärme wählen ſollen, weil ſeine Rechnung ſo, wie ſie jetzt iſt, kältere Queckſilberſäulen mit wärmern Luftſäulen zuſammenſtellt.

Herr **Roſenthal** hat daher bey der ſinnreichen Berichtigungsmethode, die ich Th. I. S. 265 und Th. II. S. 631 beſchrieben habe, die Normaltemperatur lieber auf 16¾ Gr. nach Reaumür ſetzen wollen: Herr **Kramp** hingegen (Th. II. S. 633.) läſt ſie bey 10 Gr., nimmt aber dieſe 10 Gr. auch zugleich zur Grundlage für die Berechnung der Subtangente bey der Höhenmeſſung an. Wollte man die Höhen in engliſchen Klaftern (fathoms) finden, ſo wäre es bequem, den Eispunkt ſelbſt zur Normaltemperatur zu nehmen, weil **Shukburgh** und **Roy** (Th. II. S. 628.) ſich darinn vereinigen, daß die Differenz der Logarithmen bey dieſer Temperatur die Höhen unmittelbar in engl. Klaftern gebe.

Die Reductionstafeln des **P. Schlögl** (Tabulae pro reductione ſtatuum barometri ad normalem quendem caloris gradum. Monach. et Ingolſt. 1788. 4.) ſind für jede gewählte Normaltemperatur brauchbar, ſetzen aber voraus, daß ſich 27 Zoll Queckſilber von 0 bis 80 Gr. Reaum. um 5,5 Lin. ausdehnen: die Formel, die ich im Artikel: **Barometer** (Th. I. S. 263.) mittheile, läſt ſich auf jede Normaltemperatur und auf jedes Ausdehnungsverhältniß anwenden.

Normalthermometer, ſ. **Thermometer**.

Notiometer, ſ. **Hygrometer**.

Nutation, ſ. **Wanken der Erdaxe**.

O.

Objectivglas, ſ. **Fernrohr**.

Objectivlinſe, ſ. **Mikroſkop**.

Objectivmikrometer, ſ. **Heliometer**.

Obſervation, ſ. Beobachtung.
Occident, ſ. Abendpunkt.

Octave, Octava, *Octave*. Die Octave iſt der Abſtand oder das Verhältniß zweener Töne, deren einer gerade doppelt ſo ſchnelle, oder in gleicher Zeit doppelt ſo viele Schwingungen, als der andere vorausſetzt. Von zweenſolchen Tönen, deren Schwingungen im Verhältniße 1 : 2 ſtehen, heißt auch derjenige, dem die ſchnellſten Schwingungen zukommen, die höhere oder obere Octave (*octave au-deſſus*) und der, dem die langſamern zugehören, die tiefere oder untere Octave (*octave au-deſſous*) des andern. Wenn z. B. unter zwo gleich dicken und gleich ſtark geſpannten Saiten von einerley Materie die eine doppelt ſo lang, als die andere iſt, ſo wird die kürzere in gleicher Zeit doppelt ſoviel Schwingungen machen, als die längere. Es wird alſo die kürzere Saite die obere Octave der längern, dieſe hingegen die untere Octave der kürzern angeben.

Die Octave iſt nächſt dem Einklang die vollkommenſte Conſonanz, und hat eine dem Gehör auffallende Aehnlichkeit mit dem Einklange ſelbſt. Dies ſtimmt ſehr wohl mit dem überein, was beym Worte Conſonanzen von der Urſache des Wohlklangs derſelben geſagt wird, weil das Verhältniß 2 : 1 allerdings das einfachſte unter allen Verhältnißen verſchiedener Zahlen iſt.

Das Intervall der Octave wird gewöhnlich in ſieben Stufen getheilt, welche eine muſikaliſche Tonleiter ausmachen, und wenn der Grundton C heißt, die Töne D, E, F, G, A, H, c geben. Unter dieſen Stufen ſind zween halbe (Semitonia), nemlich E – F und H – c, und fünf ganze Töne; unter dieſen letztern wieder zween kleinere (toni minores), nemlich D – E und G – A, die übrigen drey Stufen C – D, F – G, A – H ſind größere (toni majores). Doch ſind die Verhältniße dieſer Abtheilung verſchieden, ſ. Ton. Dieſemnach wird die obere Octave, wenn man den Grundton mitzählet, der achte Ton der Leiter, und hat daher ihren Namen.

Die Verhältniße 4 : 1, 8 : 1, 16 : 1 geben die Intervalle der doppelten, dreyfachen, vierfachen Octave ꝛc. (C : $\overline{c}$; C : $\overline{\overline{c}}$; C : $\overline{\overline{\overline{c}}}$), welche noch immer ſehr vollkommne Conſonanzen bleiben.

Ocularglas, ſ. Fernrohr, Mikroſkop.

Oele, Olea, *Huiles*. Dieſen allgemeinen Namen giebt man in der Chymie gewiſſen zuſammengeſetzten dünnflüßigen Materien, welche ſich im Waſſer gar nicht oder ſehr wenig auflöſen, und durch Hülfe eines Dachtes die Flamme ernähren. Unauflöslichkeit im Waſſer und Brennen mit einer Flamme ſind eigentlich die Kennzeichen einer Gattung von Körpern, welche man ölichte (oleoſa) nennt, und wozu die Fettigkeiten mit gehören, ſ. Fett. Die dünnflüßigen Körper dieſer Art ſind die Oele; die mehr Conſiſtenz haben, heiſſen Balſame, Buttern, Harze u. ſ. w. Man hat aber unter den Oelen wiederum die fetten Oele von den ätheriſchen und von den brenzlichten Oelen zu unterſcheiden.

Fette Oele, die auch milde, ſchmierige, ausgepreßte heiſſen (olea unguinoſa, unctuoſa, expreſſa, *huiles douces, tirés des végétaux par expreſſion*) ſind in den meiſten Saamen und Kernen des Pflanzenreichs ſo häufig enthalten, daß ſie von ſelbſt ausfließen, wenn man dieſe Kerne zermalmet und auspreſſet. Dieſe Oele ſind mild und geruchlos, wenigſtens, wenn ſie noch friſch ſind, und ſich die von den Hülſen herrührenden Beymiſchungen durch den Bodenſatz völlig abgeſchieden haben. Sie ſind nie vollkommen flüßig, und verdampfen noch nicht bey der Temperatur des ſiedenden Waſſers, ſondern kochen erſt bey einer weit ſtärkern Hitze, die man auf 600 Grad nach Fahrenheit rechnet. Dies iſt die Urſache, daß ſich die Flecke, die ſie auf Papier zurücklaſſen, durch die Erhitzung nicht verlieren, und daß ſie ſich bey der bloßen Annäherung einer Flamme nicht entzünden, ſondern eines Dachtes bedürfen, der ſie ſo ſtark erhitzt, daß ſie ausdampfen.

Dieſe ausgepreßten Oele werden, wenn aus ihnen durch langes Stehen die Luftſäure entweicht, ranzicht (rancida)

d. i. ſcharf und übelriechend; man kan ſie aber durch neue Mittheilung fixer Luft wieder mild machen.

Im Weingeiſte löſen ſie ſich, ſo lang ſie friſch ſind, nicht auf; aber mit den ätzenden fixen Laugenſalzen verbinden ſie ſich ſehr leicht, und bilden Seifen, welche im Waſſer auflöslich ſind. Hiebey wirkt das Laugenſalz, als ein aneignendes Verwandſchaftsmittel zwiſchen Oel und Waſſer. Die Säuren zerſetzen die Seifen wieder, und ſcheiden das Oel davon ab, welches ſich nunmehr im Weingeiſte auflöſet. Eben dies thun auch die ſogenannten harten Waſſer, beſonders aus Brunnen, welche daher zum Waſchen mit Seife nicht dienen, da hingegen die weichen Waſſer aus den Flüßen und der Atmoſphäre die Seifen vollkommen auflöſen.

Die fetten Oele ſind ſämtlich ſpecifiſch leichter, als das Waſſer; ſie unterſcheiden ſich aber unter einander ſelbſt in vielen Stücken. Einige, z. B. das Leinöl, Nußöl, Mohnöl, Hanföl troknen an der Luft leicht, daher man ſie zur Malerey gebraucht: andere bleiben ſtets ſchmierig, wie Baumöl, Rübſaamenöl, Mandelöl u. dgl. dieſe dienen zum Einſchmieren der Uhren u. ſ. w. Einige erhalten ſchon in den gewöhnlichen Temperaturen eine Conſiſtenz, und heiſſen **Pflanzenbuttern**, z. B. Cacaobutter, Lorbeeröl ꝛc.

Sie widerſtehen, ohne zu gefrieren, einer ſehr groſſen Kälte, und laſſen ſich durch die rauchende Salpeterſäure, wie **Rouelle** gezeigt hat, eben ſowohl, als die ätheriſchen, entzünden. Sie löſen Schwefel, Bernſtein, Bleykalk ꝛc. auf.

Aetheriſche, flüchtige, riechende, weſentliche Oele (olea aetherea, volatilia, eſſentialia, deſtillata, *huiles eſſentielles*) ſind diejenigen, welche den Geruch der Pflanze, aus der ſie gezogen ſind, beſitzen und ſo flüchtig ſind, daß ſie ſchon vor oder bey der Siedhitze des Waſſers verdampfen. Man erhält ſie aus den ſtark riechenden und ſcharf ſchmeckenden Theilen der Pflanzen durch die Deſtillation mit Waſſer; ſie gehen alsdann mit dem Waſſer über, welches dadurch trüb oder milchigt wird und den Geruch der Pflanze erhält; das überflüßige Oel aber bleibt bey einer ſchnellen Deſtillation vom Waſſer abgeſondert. Dieſe Oele

verfliegen bey weit geringerer Hitze, daher die Flecke, die ſie auf Papier zurücklaſſen, durch Erwärmung vergehen, auch die Oele ſelbſt leicht und ohne Dacht entzündlich ſind.

Dieſe Oele haben einen ſcharfen brennenden Geſchmack, und geben Merkmale einer Säure, von der ſie durchdrungen ſind. Wenn ſie lang an der Luft ſtehen, verlieren ſie viel von ihrem flüchtigen Theile, und nehmen die Conſiſtenz und den Geruch des Terpentins an. Durch eine neue Deſtillation kan man alsdann das noch übrige flüchtige Oel wieder ausſcheiden und friſch erhalten. Auch das harzige Rückbleibſel wird durch wiederholte Deſtillationen wieder flüchtig, erhält aber den vorigen gewürzhaften Geruch nie wieder. Es beſtehen alſo dieſe Oele aus einem harzigen Theile, und einem flüchtigen, der der Pflanze, die ihn hergab, eigenthümlich iſt, und den Boerhave den belebenden Geiſt (Spiritus rector) der Pflanze genannt hat.

Im Weingeiſte löſen ſie ſich auf, auch einigermaaſſen im Waſſer, dem ſie ihren Geruch und Geſchmack mittheilen, daher der Spiritus rector im Waſſer völlig auflöslich zu ſeyn ſcheint. Mit den Säuren verbinden ſie ſich leichter, als die fetten Oele, weit ſchwerer aber mit den Laugenſalzen, mit denen ſie bey der Glühhitze vereiniget die ſtarkeyiſche Seife geben, die man gewöhnlich aus dem Gewächslaugenſalze und Terpentinöl bereitet.

Die meiſten ätheriſchen Oele ſind ſpecifiſch leichter, als das Waſſer. Nur einige ſehr gewürzhafte, z. B. Nelkenöl, Zimmetöl ꝛc. fallen zu Boden. Einige, wie Terpentinöl, Citronenöl, ſind ſehr flüßig; andere z. B. Anisöl, Roſenöl, ſind conſiſtenter und gerinnen bald im Kühlen.

Mit der rauchenden Salpeterſäure bringen die meiſten eine freywillige und ſehr lebhafte Entzündung hervor, ein Phänomen, das Borrichius (Acta Hafnienſia ann. 1671. p. 133.) zuerſt am Terpentinöle entdeckte, und deſſen Prüfung und Erklärung den Chymikern ſehr viel Mühe gemacht hat.

Brenzliche, empyrevmatiſche Oele (olea aduſta, foetida, empyrevmatica, *huiles fétides empyreumatiques)* heiſſen alle durch die Deſtillation mit einer größern Hitze,

als die des kochenden Waſſers iſt, erhaltene Oele, aus was für Körpern ſie auch gezogen ſeyn mögen. Sie ſind braun und dick, riechen angebrannt, und machen keine beſondere Gattung aus, ſondern ſcheinen blos ein Product zu ſeyn, das durch die Wirkung des Feuers aus der weſentlichen Säure des verbrannten Körpers und dem Phlogiſton erzeugt wird (ſ. Gren ſyſtemat. Handbuch der Chymie, II Th. 1 Band Halle, 1789. gr. 8. §. 1120.). Dergleichen empyrevmatiſches Oel zeigt ſich bey jeder Verbrennung, und iſt eben das, was im freyen den Rauch und die Flamme mit bilden hilft, und woraus nach der Verdämpfung des Flüchtigen der Ruß entſteht.

Man nahm ſonſt eigne thieriſche Oele an, weil man aus den Theilen thieriſcher Körper durch die Deſtillation dergleichen erhalten kan. Allein die Verſuche neuerer Chymiſten lehren vielmehr, daß dies nichts anders, als vegetabiliſche Oele ſind, welche durch die Speiſen in den thieriſchen Körper gebracht, und darinn durch mancherley Beymiſchungen verändert werden.

Das Pflanzenreich ſcheint alſo die Werkſtätte zu ſeyn, in welcher die Natur die Oele bereitet. Was ſich in den übrigen Naturreichen davon findet, iſt als ein Stof von vegetabiliſchem Urſprunge anzuſehen.

Die Oele überhaupt beſtehen aus Brennbarem, Säure, Waſſer und Erde. Die Säure erklärt Scheele (Chym. Abhdl. von der Luft und dem Feuer, §. 74.) für die Luftſäure, auch ſieht er die Erde, die ſich bey der Verbrennung als kohlenartiger Rückſtand zeigt, für zufällig, und nicht zur Natur der Oele gehörig, an. Vornehmlich ſind die Oele reich an brennbarem Stoffe, daher ſie auch die ältern Chymiker mit dem Phlogiſton ſelbſt verwechſelt, und in Metallen, Schwefel und Kohlen Oele geſucht haben.

Macquer chymiſches Wörterbuch, mit Leonhardi Anm. Art. Oel.

Gren ſyſtemat. Handbuch der Chymie, Erſter Theil, §. 423 u. f. ingl. §. 446 u. f.

Ohr, ſ. Gehör.

Ombrometer, ſ. Regenmaaß.

Operngucker, ſ. Polemoſkop.
Oppoſition, ſ. Aſpecten.

Optik, Optica, ſ. Optice, *Optique*. Dieſer Name kömmt in ſeiner weitläuftigſten Bedeutung der ganzen Lehre vom Lichte und vom Sehen zu, welche einen Hauptabſchnitt der angewandten Mathematik ausmacht, und die ſämtlichen optiſchen Wiſſenſchaften in ſich begreift. Im eigentlichen und eingeſchränktern Sinne aber verſteht man unter der Optik blos die Lehre vom Sehen durch gerade Lichtſtralen. Dieſe iſt nur ein einzelner Theil der optiſchen Wiſſenſchaften, zu denen auſſer ihr noch die Katoptrik, Dioptrik uud Photometrie gehören, von welchen eigne Artikel dieſes Wörterbuchs handeln, nebſt der Perſpectiv, oder geometriſchen Theorie der Verzeichnung auf ebnen Flächen.

Die allgemeine Erfahrung, daß das Licht in geraden Linien fortgehe, macht das Grundgeſetz der Optik aus, wodurch die Lehre von der Erſcheinung der Gegenſtände durch gerade Stralen auf Betrachtung gerader Linien und Winkel gebracht wird. Die Optik beſchäftiget ſich alſo mit den Lehren vom Sehewinkel, den ſcheinbaren Größen, Entfernungen, Orten, Lagen, Geſtalten und Bewegungen der Gegenſtände, und mit den Urtheilen, welche wir aus dieſen Erſcheinungen über die wahre Beſchaffenheit aller dieſer Dinge fällen, ſ. Sehewinkel, Größe, Entfernung, ſcheinbare, Geſichtsbetrüge.

Der Grundſatz von dem geradlinigten Fortgange des Lichts war in den Schulen der griechiſchen Weltweiſen, beſonders der platoniſchen, bekannt genug, ob ſie gleich die Natur des Lichts und die Art und Weiſe des Sehens auf ſehr verſchiedene Art daraus erklärten. Auſſer einigen in den philoſophiſchen Schriften zerſtreuten Stellen, iſt aus dem Alterthum noch eine Optik übrig geblieben, die vom Proklus und Heliodor von Lariſſa dem Euklides zugeſchrieben wird, und Beſtimmungen der Größe und Geſtalt der Gegenſtände nach dem Sehewinkel enthält. Sie iſt beſſer, als die damit verbundene Katoptrik, ſ. Katoptrik; hat

aber auch viel unbeſtimmte, oder nach Lamberts Ausdruck, halbe Sätze, z. B. daß die entferntern Theile einer Ebne, über welche das Auge erhaben iſt, höher erſcheinen, welches nur unter Beſtimmungen wahr iſt, die ein Geometer, wie Euklid, ſchwerlich weggelaſſen hätte.

Die Optik des Ptolemäus iſt zwar verlohren; wir wiſſen aber aus der Perſpectiv des Roger Baco, daß ſich darinn eine richtige Erklärung der ſcheinbaren Vergrößerung der Sonne und des Monds am Horizonte befunden hat, ſ. Himmel (Th. II. S. 595.). Unter den Arabern ſchrieb **Alhazen** im zwölften Jahrhunderte ein optiſches Werk, wozu er, wie Baco meldet, das meiſte aus dem Ptolemäus genommen haben ſoll. Im dreyzehnten Jahrhunderte bemühte ſich **Vitello**, ein gebohrner Pohle, den weitläuftigen und oft dunkeln Alhazen abzukürzen und zu erklären. Die Schriften des Alhazen und Vitello hat Friedrich Risner (Opticae Theſaurus. Baſil. 1572. fol.) herausgegeben.

Man begrif damals unter dem Namen der Optik die ſämtlichen optiſchen Wiſſenſchaften, und nannte die eigentliche Optik **Perſpectiv**. Noch im dreyzehnten Jahrhunderte ſchrieben über dieſe Perſpectiv in England **Johann Peckham**, Erzbiſchof zu Canterbury (Perſpectiva communis ed. *Ge. Hartmanni.* Norimb. 1542. 4., wo ſie der Herausgeber mit Unrecht dem Johann Piſanus oder Petſan, Erzbiſchof von Cambray zuſchreibt) und **Roger Baco** (Perſpectiva, ed. *Jo. Combachio*, Prof. Marpurg. Frf. 1614. 4. auch in D. Jebb's Ausgabe des Opus maius, Lond. 1733. fol.), die ſich aber beyde ſehr übel leſen laſſen. Vermuthlich müſſen ſchon die Alten mehr in dieſem Fache gearbeitet haben, weil ſich ſonſt die große Lücke vom Ptolemäus bis auf dieſe Schriftſteller nicht wohl erklären läſt.

Nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften im Occident ſchrieben über die optiſchen Lehren der Sicilianer **Maurolycus** (Theoremata de lumine et umbra ad perſpectivam et radiorum incidentiam facientia. Venet. 1575. 4.) und der Neapolitaner **Porta** (Magia naturalis, Neap. 1558. fol, und De refractione, Optices parte L. IX. Neap.

1593. 4.). Der erſtere erklärte, warum die Sonne durch das eckigte Loch eines Zimmers ein rundes Bild zeige, und der letztere erfand das verfinſterte Zimmer, deſſen Theorie ſoviel zur Erklärung des Sehens durchs Auge beygetragen hat. Das Mathematiſche der eigentlichen Optik, die man noch immer Perſpectiv nannte, war damals ſchon ziemlich ausgearbeitet, und der Kanzler Bacon (De augm. ſcient. ed. lat. Frf. 1655. fol. p. 119.) wünſcht nur, daß man die phyſikaliſche Lehre vom Licht beſſer unterſuchen möchte. Das weitläuftigſte Werk über die Optik und Perſpectiv aus den damaligen Zeiten iſt vom Jeſuiten Aguilonius (Opticorum libri VI. Antverp. 1613. fol.).

Mit dem Anfange des ſiebzehnten Jahrhunderts erhielt durch Veranlaſſung der entdeckten Fernröhre und Brechungsgeſetze die Dioptrik die Form einer eignen Wiſſenſchaft, und man fieng nunmehr an, die Lehren vom geraden, zurückgeworfenen und gebrochenen Lichte genauer mit den Namen Optik, Katoptrik, Dioptrik zu unterſcheiden, und die Lehre von Projectionen der Gegenſtände auf durchſichtige ebne Tafeln unter dem Namen der Perſpectiv abzuſondern. Unter allen dieſen Wiſſenſchaften hat die eigentliche Optik den geringſten Umfang, zumal da man in neuern Zeiten noch die Photometrie davon getrennt hat. Ihre Lehrſätze fließen ganz leicht aus dem geradlinigten Fortgange der Lichtſtralen, und ſelbſt die Erklärungen der Geſichtsbetrüge ſind ſehr leicht, wenn man nur die reine optiſche Darſtellung von dem darüber gefällten Urtheile der Seele gehörig unterſcheidet.

Die eigentliche Optik wird nicht mehr allein, ſondern immer in Verbindung mit den übrigen optiſchen Wiſſenſchaften vorgetragen. Es wird genug ſeyn, als eine Einleitung in dieſelbe Smiths (Vollſtändiger Lehrbegrif der Optik, nach dem engl. des Smith, mit Aend. u. Zuſ. v. Käſtner. Altenburg, 1755. 4.) und Porterfield's (Treatiſe on the eye, the manner and phaenomena of Viſion by *W. Porterfield.* Edinburgh. 1759. II Voll. 8.) Lehrbücher anzuführen. Zur Geſchichte der optiſchen Wiſſenſchaften, mithin auch der Optik insbeſondere dient das Werk

der Herren Prieſtley und Klügel (Geſchichte und gegenw. Zuſtand der Optik, a. d. engl. mit Anm. u. Zuſ. Leipzig, 1776. gr. 4.), und zur Bücherkenntniß die Verzeichniße von Wolf (Kurzer Unterricht von den vornehmſten mathematiſchen Schriften im 4ten Bande der Anfangsgr. math. Wiſſ. Cap. 10.) und Scheibel (Einleitung zur mathemat. Bücherkenntniß, 9tes Stück. Breslau, 1777. 8.).

Optiſcher Ort, ſ. Ort, optiſcher.

Optiſcher Winkel, ſ. Sehewinkel.

Organiſation, organiſcher Bau, Organiſatio, Structura organica, *Organiſation.* Man verſteht unter dieſem Worte denjenigen Bau eines Körpers, nach welchem er aus feſten und flüßigen Theilen ſo zuſammengeſetzt iſt, daß ſich die flüßigen in den feſten bewegen, ihre Miſchung ändern, und ſich dadurch dem Körper ſelbſt aſſimiliren, oder in ſeine Subſtanz übergehen können. Organe oder Werkzeuge heiſſen überhaupt Körper, die ſo gebaut ſind, daß dadurch gewiſſe Zwecke und Wirkungen erreicht werden können, wie z. B. das Auge, Ohr und die übrigen Werkzeuge der Sinne des thieriſchen Körpers. Die Gefäße, in welchen Säfte umlaufen, die zur Nahrung der Thiere und Pflanzen dienen, ſind alſo ebenfalls Organe, und man legt den natürlichen Körpern, in welchen ein ſolcher Umlauf der Säfte durch Gefäße geſchieht, einen organiſchen Bau, oder eine Organiſation bey.

Organiſirte, organiſche Körper, Corpora organica ſ. organiſata, *Corps organiſés ou organiques.* So heiſſen diejenigen natürlichen Körper, in denen ſich flüßige Theile in feſten Gefäßen bewegen, verändern und durch Aſſimilation in die Subſtanz des Körpers ſelbſt übergehen können — Körper, die einen organiſchen Bau haben, ſ. Organiſation.

Durch dieſen organiſchen Bau unterſcheiden ſich die Körper des Thier- und Pflanzenreichs von den Mineralien, welche leztern nur aus Zuſammenhäufung gleichartiger Theile von auſſen her (per iuxta-poſitionem) entſtehen, ſ. Mi-

neralien, da hingegen die Thiere und Pflanzen eine ungleichartige Nahrung in ſich nehmen, die erſt durch den organiſchen Bau ihrer Körper verändert, ihnen aſſimilirt, und von innen (per intus-ſuſceptionem) zur Erhaltung und zum Wachsthum ihres Körpers verwendet werden muß.

So lange die Bewegung der flüßigen Theile in den feſten, welche zur Erhaltung eines organiſirten Körpers nothwendig iſt, aus eigner innerer Kraft des Körpers wirklich fortdauert, ſagt man, der Körper lebe, das Aufhören dieſer Bewegung iſt der Tod. In dieſem Sinne ſchreibt man auch den Pflanzen ein Leben und ein Abſterben zu.

Iſt das Leben mit Empfindungskraft und willkührlicher Bewegung begleitet, ſo wird der organiſirte Körper zum Thierreiche, wenn aber dieſe Eigenſchaften fehlen, zum Pflanzenreiche gerechnet.

Die Art und Weiſe, auf welche in den organiſirten Körpern die Veränderung und Aſſimilation der Nahrungsmittel bewirkt wird, iſt uns gänzlich verborgen; wir können uns zwar wenige einzelne Theile und Fälle davon einigermaaßen begreiflich machen, keinesweges aber das Ganze überſehen.

Orient, ſ. **Morgenpunkt.**

Orkan, ſ. **Wind.**

Ort, optiſcher, Locus opticus, *Lieu optique.* Wenn das Auge A, Taf. XVIII. Fig. 65. den ſichtbaren Punkt C, und zugleich hinter demſelben eine Fläche DE ſieht, daß ihm alſo C den Punkt der Fläche a verdeckt, ſo heißt a der optiſche **Ort** von C auf dieſer Fläche, für das Auge A. Wenn Fläche und Punkt die vorigen bleiben, ſo ändert ſich dieſer optiſche Ort für andere Stellen des Auges, z. B. für das Auge B iſt b der optiſche Ort auf der Fläche DE. Alsdann heißt ab die Parallaxe, ſ. **Parallaxe.**

Wenn der Beobachter hiebey nichts gewahr wird, was ihn auf die Bemerkung eines Abſtands zwiſchen C und DE leiten kan, ſo urtheilt er nach den gewöhnlichen Regeln, C ſtehe in der Fläche DE, alſo in a oder b ſelbſt. Er hält

den optiſchen Ort für den wahren, durch einen Geſichtsbetrug. In dieſem Falle wird der optiſche Ort zugleich ein ſcheinbarer Ort.

So ſehen wir die Geſtirne an der ſcheinbaren blauen Wölbung des Himmels, ohne einen Abſtand derſelben von dieſer Wölbung wahrzunehmen. Ihre Stellen ſind nur optiſche Orte, werden aber auf den erſten Anſchein für wahre Orte gehalten, und ſind daher auch ſcheinbare Orte.

Geht das Auge aus A in B über, ohne daß man ſich dieſer Bewegung bewußt iſt, oder deutlich darauf merkt, ſo ſcheint C durch ab zurückzugehen, oder auch die Fläche DE ſich um das Stück ba vorwärts zu ſchieben, je nachdem man beym Urtheile über das Geſehene geneigter iſt, den Körper C, oder die Fläche DE für beweglich zu halten. Die vielen hieraus entſtehenden Täuſchungen habe ich ſchon bey dem Worte: **Geſichtsbetrüge** (Th. II. S. 471.) erwähnt.

Ort, ſcheinbarer, Locus apparens, *Lieu apparent.* Der Ort, an welchem man, dem über das Geſehene gefällten Urtheile gemäß, einen Gegenſtand oder ein Bild deſſelben zu ſehen glaubt, heißt der **ſcheinbare Ort** des Gegenſtandes oder des Bildes.

Die Begriffe vom optiſchen Orte und ſcheinbaren Orte ſind verſchieden. Bey jenem kömmt es auf reine optiſche Darſtellung, bey dieſem zugleich auf ein Urtheil an: jener bezieht ſich allezeit auf eine Fläche, als Hintergrund, dieſer iſt auch ohne dergleichen Beziehung gedenkbar. Der optiſche Ort iſt nicht allezeit ſcheinbarer Ort, ſondern nur dann, wenn man die Entfernung des Gegenſtandes oder Bildes vom Hintergrunde nicht wahrnimmt, ſ. **Ort, optiſcher.**

Der **ſcheinbare Ort** eines Punkts hängt ab von der Richtung, nach welcher die Lichtſtralen von ihm ins Auge kommen, und von ſeiner ſcheinbaren Entfernung vom Auge. Wenn ich mir eine gerade Linie aus dem Auge nach der erwähnten Richtung denke, und die ſcheinbare Entfernung auf dieſelbe trage, ſo wird der Punkt, wo ich den Gegen-

ſtand zu ſehen glaube, beſtimmt. Hiebey wirken alſo alle die Umſtände mit, die beym Worte Entfernung, ſcheinbare (Th. I. S. 850 u. f.) erwähnt worden ſind.

Wenn wir durch gerade Stralen ſehen, ſo betrügen wir uns bey nahen und gewöhnlichen Gegenſtänden ſelten im Urtheile über ihren Ort. Bey entferntern Dingen geſchieht dies öfter, und der Fall iſt ſehr gewöhnlich, daß wir ſie an die Grenze des Horizonts oder in die Fläche des Hintergrunds ſelbſt ſetzen, und alſo den optiſchen Ort zum ſcheinbaren, oder nach unſerm Urtheile zum wahren, machen.

Sehen wir durch gebrochene oder zurückgeworfene Stralen, ſo iſt es in den meiſten Fällen noch ſchwerer, beſtimmte Grundſätze über den Ort des Bildes anzugeben. Von den dahingehörigen Theorien der Optiker, ſ. Bild (Th. I. S. 354 u. f.). Nimmt man hiebey mit Barrow an, jeder Punkt werde da geſehen, wo die Spitze des von ihm auf die Pupille kommenden Stralenkegels liegt (in vertice coni refracti ſ. reflexi), ſo giebt es bey den Kugelſpiegeln gar keinen Punkt, in den ſich die Richtungen aller von einem Punkte des Gegenſtands herkommenden Stralen vereinigten, d. i. gar keinen abſoluten Ort des Bildes: meiſtentheils aber iſt doch für die Stralen, die ins Auge kommen, ein Punkt da, nach welchem ihre Richtungen convergiren, oder um den ſie wenigſtens am dichteſten zuſammenkommen, und den man den relativen Ort des Bildes nennen könnte. Für dieſen iſt nun die Theorie der Alten mit Barrows ziemlich einerley.

Aber das Urtheil richtet ſich gar nicht nach dieſem Orte allein, der manchmal ſogar hinter das Auge ſelbſt fällt. Daher muß man den ſcheinbaren Ort des Bildes noch beſonders von jenem abſoluten und relativen Orte unterſcheiden, und es laſſen ſich für ihn gar keine beſtimmten Grundſätze angeben.

Klügel zu Prieſtley's Geſchichte der Optik, S. 505.

Oſcillation, ſ. Schwingung.

Oſt, ſ. Morgenpunkt.

P.

Papiniſche Maſchine, Papins Digeſtor, Machina Papini ſ. Papiniana, Olla ſ. Digeſtor Papini, *Marmite de Papin.* Ein cylindriſches kupfernes inwendig verzinntes Gefäß, welches man durch einen Deckel mit um den Rand gelegter Pappe, vermittelſt einer ſtarken eiſernen Schraube, ſehr genau und feſt verſchließen kan, um das Waſſer darinn in einem hohen Grade zu erhitzen, ohne daß die dadurch entſtehenden Dämpfe einen Ausgang finden können.

Waſſer, in ofnen Gefäßen erhitzt, nimmt nur einen gewiſſen Grad der Temperatur an, weil die ſtärker erhitzten Theile ſofort in Dämpfe verwandelt werden, und das Sieden bewirken, ſ. **Sieden, Siedpunkt.** In feſt verſchloßnen Gefäßen hingegen können dieſe Dämpfe, oder ſtärker erhitzten Waſſertheile ſich nicht ausbreiten und davongehen. Sie nehmen alſo immer ſtärkere Grade der Hitze an, theilen dieſe den im Waſſer befindlichen Körpern mit, und wenden ihre ganze Elaſticität gegen dieſe Körper und gegen die Wände des Gefäßes, welche daher feſt genug ſeyn müſſen, um einen Widerſtand von ungemeiner Größe ohne Zerſprengung auszuhalten.

Durch dieſes Mittel kan man im heiſſen Waſſer Körper erweichen und auflöſen, welche bey der gewöhnlichen Siedhitze gar nicht angegriffen werden, z. B. Knochen, Elfenbein, harte Hölzer u. dgl. Man bereitet auf dieſe Art, beſonders aus den thieriſchen Materien, kräftige Brühen und Gallerten.

Der Erfinder dieſer Vorrichtung war **Dionyſius Papin** (A new Digeſtor. Lond. 1681. 4. Continuation of the new digeſtor etc. Lond. 1687. 4. La maniere d'a[illegible]llir les os. Amſterd. 1681. 8.), ein franzöſiſcher Arzt und Schüler des **Huygens** und **Boyle,** welcher dabey die Abſicht hatte, Säfte thieriſcher und vegetabiliſcher Körper auf eine leichte und wohlfeile Art auszuziehen.

Da eingeſchloßne Dämpfe mit unglaublicher Gewalt auf die Wände der Gefäße wirken, ſo iſt es ſicherer, den

papiniſchen Topf aus getriebenem Kupfer zu bereiten (Mémoire ſur l'uſage économique du digeſteur de Papin, à Clermont-Ferrand. 1761. 8. und im leipz. Intelligenzbl. 1763. no. XI. Art. 10.). Wilke (Schwed. Abhdl. für 1773.) hat ihn noch mehr zum ökonomiſchen Gebrauch eingerichtet; Verſuche mit dieſem Digeſtor erzählt Ziegler (Specimen de digeſtore Papini, eius ſtructura et uſu. Baſil. 1768. 4maj.).

Leonhardi im Macquerſchen Wörterb. Art. Papinianiſche Maſchine.

Paraboliſche Spiegel, Specula parabolica, *Miroirs paraboliques.* Hohlſpiegel, deren hohle Fläche ein Stück der Oberfläche eines Paraboloids, d. i. eines aus Umdrehung der Parabel um ihre Axe entſtandenen Körpers iſt. Wenn ſich nemlich die Parabel AMM Taf. XVIII. Fig. 66. um ihre Axe AP umdreht, ſo beſchreibt die Fläche PAMM den Körper, und die krumme Linie AMM die Oberfläche eines Paraboloids, oder die hohle Fläche eines paraboliſchen Spiegels, die alſo mit einer Ebne durch die Axe AP geſchnitten, ringsum gleiche und ähnliche Parabeln giebt.

Die Parabel hat die Eigenſchaft, daß jede mit ihrer Axe PA parallel laufende Linie NM, wenn ſie von der Curve ſelbſt oder ihrer Tangente bey M unter einem gleichen Winkel abprallt, in den Punkt F gelangt, welcher vom Scheitel A um den vierten Theil der ſenkrechten Breite der Parabel bey F, oder um $AF = \frac{1}{4} m\mu$ abſteht. Oder was eben ſoviel iſt: Jede mit der Axe AP parallele Linie NM macht mit der Tangente der Parabel bey M einen eben ſo großen Winkel, als die aus F dahin gezogne Linie FM. Sind alſo NM, NM parallele Lichtſtralen, dergleichen von ſehr entfernten Punkten der Axe herkommen, ſo werden dieſelben von jedem Schnitte der paraboliſchen Spiegelfläche nach der Zurückwerfung in dem Punkte F vereiniget.

Kehrt man die Axe eines ſolchen Spiegels gegen die Sonne, ſo kommen aus dem Mittelpunkte derſelben lauter Parallelſtralen auf ſeine Fläche, die ſich alſo durch die Zu-

rückwerfung genau in F vereinigen. Aus der Sonne übrigen Punkten kommen auch Parallelſtralen, die zwar kleine Winkel mit der Axe machen, aber ſich doch auch um F vereinigen. So entſteht in F ein kleines Bild der Sonne, in welchem alle auf den Spiegel gefallene Sonnenſtralen zuſammenkommen, und Körper, die ſich da befinden, ſtark erhitzen oder entzünden. Daher heißt F der **Brennpunkt** des Spiegels, und der Parabel A M M überhaupt.

Zwar iſt auch hier nur ein Brennraum vorhanden, weil ſich alle Stralen nicht in F ſelbſt vereinigen, ſondern durchs Sonnenbild verbreiten, ſ. **Brennpunkt** (Th. I. S. 449.). Da aber doch alle aus einem Punkte kommenden Stralen wieder in einen Punkt zuſammengehen, ſo fällt die katoptriſche Abweichung (ſ. Abweichung Th. I. S. 15 u. f.) hiebey ganz hinweg, und ein ſolcher Spiegel muß nicht nur ſtärker brennen, als die gewöhnlichen hohlen Kugelſpiegel, ſondern er muß auch ein vollkommen genaues Bild entfernter Gegenſtände machen.

Sowohl die Brennſpiegel, als die erwähnte Eigenſchaft der Parabel, waren den Alten bekannt. **Porta** (Magia natur. L. XVII. c. 14. 15.) glaubt daher, ſie hätten ſich paraboliſcher Metallſpiegel zum Zünden bedient, ſ. **Brennſpiegel**, welches aber wegen der geringern Brennweite ſolcher Spiegel und der Schwierigkeit, ihnen die paraboliſche Geſtalt zu geben, ſehr unwahrſcheinlich wird.

Unter den Neuern iſt eine lange Zeit von paraboliſchen Spiegeln mehr geredet, als an ihrer Verfertigung gearbeitet worden. Vor Erfindung der Spiegelteleſkope wurden die Hohlſpiegel meiſtentheils nur zum Brennen gebraucht, zu welcher Abſicht ſchon Kugelſpiegel und Brenngläſer hinlängliche Wirkung thun. Daher ſchien die große Mühe, die die Bereitung nach paraboliſcher Geſtalt erfordert, ſich nicht genug zu belohnen. Inzwiſchen iſt ein ſolcher paraboliſcher Spiegel vom P. **Franz Tertius de Lanis** (Act. Erud. Lipſ. 1688. p. 38.) angegeben, und zum chymiſchen Gebrauch vorgeſchlagen.

Ein Künſtler in Dresden, **Höſe**, hat ſich ungemeine Mühe gegeben, große paraboliſche Brennſpiegel zu Stande

zu bringen, wovon D. Hofmann (Hamburg. Magazin V. Band, S. 269. XIV. B. S. 563. XVI. B. S. 313.) Nachricht ertheilt. Auch hat Höſe ſelbſt (Nachricht von paraboliſchen Brennſpiegeln, Dresden, 1755. 4.) eine Beſchreibung derſelben gegeben. Sie waren nach einer paraboliſchen Lehre aus ſtarken meſſingenen Blechtafeln zuſammengefügt, und die Probe der richtigen Geſtalt ihrer Flächen ward durch gemeſſene Diſtanzen ihrer Punkte und Vergleichung mit den Berechnungen gemacht. Der gröſte hatte 4 Ellen in der Höhe und 48 Zoll Brennweite. Mit einem von 2½ Ell. Höhe und 22 Zoll Brennweite ſchmolz Höſe einen heſſiſchen Schmelztiegel in 2 Sec. zu einem grünſchwarzen Glaſe, und machte bey der zehnzölligen Verfinſterung der Sonne im Jahre 1748 den merkwürdigen Verſuch, daß eben dies in etlichen Secunden gleichfalls gelang, obgleich über ¾ der Sonnenſcheibe vom Monde bedeckt waren. Dieſe Höſiſchen Brennſpiegel übertreffen alſo den Tſchirnhauſenſchen in der Geſchwindigkeit ihrer Wirkungen ſehr weit.

Durch die Erfindung der Spiegelteleſkope ward es wichtiger, zu Vermeidung der katoptriſchen Abweichung den Metallſpiegeln derſelben eine paraboliſche Geſtalt geben zu können. Schon Gregory's erſter Vorſchlag eines ſolchen Teleſkops gieng auf einen paraboliſchen und einen elliptiſchen Spiegel. Aber eben aus Unmuth darüber, daß er keine guten Spiegel dieſer Art bekommen konnte, gab er ſeinen Vorſchlag ganz auf, und Newton begnügte ſich aus eben dem Grunde mit ſphäriſchen Spiegeln, ſo wie Hadley, der um 1726 die erſten guten Teleſkope dieſer Art verfertigte.

Short, welcher kurze Zeit darauf weit vollkommnere Spiegelteleſkope lieferte, erreichte dieſe Vollkommenheit hauptſächlich durch die geſchickte Krümmung, die er den Spiegeln derſelben zu geben wuſte. Dieſe Krümmung muſte der paraboliſchen nahe kommen; denn ſie machte, daß die Shortiſchen Spiegel größere Oefnungen, als andere, vertrugen, und verminderte alſo die Abweichung (ſ. *Euler* Dioptr. To. II. p. 530.). Allein man darf nicht glauben,

daß ſich dieſer Künſtler zu Hervorbringung der paraboliſchen Form beym Schleifen der Metallſpiegel nach genau beſtimmten Regeln gerichtet habe. Er ſowohl, als die folgenden engliſchen Künſtler haben hiebey blos einige Vortheile gebraucht, die ſich nur durch Erfahrung und Uebung treffen laſſen, und deren Wirkung allemal zufällig bleibt.

Dieſe Vortheile beſtehen darinn, daß man den Spiegel beym Abſchleifen auf den Wetzſteinen, auf eine beſondere Art führt, und den Druck dabey ſo geſchickt verändert, daß die Krümmung um die Mitte etwas ſtärker, als am Rande ausfällt, wodurch wenigſtens einige Annäherung an die paraboliſche Geſtalt erhalten wird. Man probirt alsdann den Spiegel, indem man ihn im verfinſterten Zimmer ſtark erleuchtete Bilder zurückwerfen läßt, und verbeſſert ſeine Geſtalt durch neues Abſchleifen ſolange, bis die Bilder vollkommen deutlich werden.

In Smith's Lehrbegrif der Optik (nach Käſtners Ausgabe S. 278 u. f.) befindet ſich eine Anweiſung zu Verfertigung der Metallſpiegel von Molyneux und Hadley, deren Verfaſſer (§. 64.) ſagen, ſie hätten die paraboliſche Geſtalt dadurch erhalten, daß ſie ein wenig mehr Schlamm auf den Wetzſteinen gelaſſen, oder daß ſie das Abſchleifen mit einer Art von epicykloidaliſcher Bewegung beſchloßen hätten, mit der ſie die Mitte des Spiegels ohnweit des Umkreiſes der Wetzſteine etwa eine Minute lang herum führten.

Mudge (Philoſ. Transact. for 1777. Vol. LXVII. P. 1. p. 296. überſ. in den leipz. Sammlungen zur Phyſik u. Naturg. I. B. 5. St. S. 584.) giebt eine ſehr umſtändliche Beſchreibung ſeiner Methoden bey Verfertigung von Metallſpiegeln, und räth, den Spiegel auf den Wetzſteinen anfangs genau ſphäriſch zu ſchleifen, und auf die Abänderung der Geſtalt erſt beym Poliren zu denken. Er ſchlägt hiezu ſtatt der Smithiſchen eine eigne Methode vor, nach welcher der Spiegel die Politur zuerſt in der Mitte, oder um das durch ihn gebohrte Loch herum zu erhalten anfängt; alſo auch an dieſer Stelle mehr angegriffen wird und etwas mehr Krümmung erhält, als an den übrigen.

Inzwiſchen vermeidet er dieſe Wirkung dadurch, daß er die Polirſcheibe ebenfalls in der Mitte durchlöchert, und giebt ſo dem Spiegel zuförderſt eine richtige ſphäriſche Geſtalt, deren Daſeyn ſich durch das Gefühl der Gleichförmigkeit bey der Bearbeitung offenbaret.

Am Ende der ganzen Operation aber verſtopft er das Loch in der Polirſcheibe mit Kork, der nicht ganz bis an die Oberfläche reicht, reinigt dieſe Oberfläche mit einem feuchten Schwamm, ſetzt den Spiegel, indem ſie noch feucht iſt, darauf, trägt mit dem Pinſel rund herum ſoviel Waſſer auf, als der hervorſpringende Rand der Scheibe faſſen kan, gießt auch Waſſer in das Loch des Spiegels, und läßt dies alles 2—3 Stunden ſtehen, um eine innige Berührung beyder Flächen und völlig gleiche Wärme zu erhalten.

Hierauf zieht er den Kork aus, läßt das Waſſer ablaufen, und bewegt den Spiegel zuerſt gelind und langſam in einem ſehr kleinen Kreiſe um den Mittelpunkt der Polirſcheibe (welche Bewegung anfänglich etwas ſchwer geht), dann macht er allmählig Kreiſe von größerm Durchmeſſer, und dreht dabey immer den Spiegel um ſeine Axe: doch ohne weitern Druck, als den das Gewicht des Spiegels giebt, den er ganz leicht zwiſchen den Fingern hält. So fährt er etwa zwo Minuten fort, verändert dabey immer ſeine Stellung gegen den Block, worauf die Polirſcheibe feſt iſt, und führt die Kreiſe mit immer vergrößertem Durchmeſſer ſo weit, bis der Rand des Spiegels etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{8}$ Zoll über den Rand der Scheibe hinausgeht. Hiebey wird nun die ſtärkere Krümmung in der Mitte durch die anfänglich engen, und nachher immer weiter geöfneten Kreiſe des Streichens hervorgebracht. Die Probe macht Mudge dadurch, daß er den Spiegel in das Teleſkop, für das er beſtimmt iſt, ſtellet, mit dem andern Spiegel verbindet, und dadurch einen nicht ſehr entfernten Gegenſtand auf eine gewiſſe vorgeſchriebene Art betrachtet.

Er verſichert, daß dieſe Methode durch lange Erfahrung bewährt ſey, und daß er wichtige Gründe habe, ſie mit Shorts nicht öffentlich bekannt gewordenem Verfahren für einerley zu halten. Seine Vorſchriften ſind auf

Spiegel von 4 Zoll Durchmeſſer eingerichtet, doch laſſen ſie ſich auch auf etwas größere anwenden.

Die neuern Metallſpiegel des Herrn Herſchel übertreffen an Größe und Vollkommenheit alles, was man jemals von optiſchen Werkzeugen zu erwarten gewagt hat. Der gröſte Spiegel, von dem Herr Bode im aſtronomiſchen Jahrbuche für 1790 aus einem Schreiben des Herrn Grafen von Brühl Nachricht giebt, gehört zu einem Teleſkop von 40 Fuß Länge und 4 Fuß Durchmeſſer, und das Gewicht des Spiegels betrug nach dem Schleifen und Poliren noch 1035 Pfund. Die Geſtalt der Fläche muß ſehr genau paraboliſch ſeyn, weil ein Kugelſpiegel von dieſer Größe und Brennweite die Vollkommenheit nicht gewähren könnte, die man von dieſem bewundernswürdigen Inſtrumente rühmt. Wer nur einigermaſſen Begriffe vom Schleifen und Poliren der Spiegel hat, wird ſich die unbeſchreibliche Mühe und Sorgfalt, die auf deſſen Verfertigung gewendet ſeyn muß, vorſtellen können. Herr Oberamtmann Schröter in Lilienthal (Beyträge zu den neuſten aſtronomiſchen Entdeckungen. Berlin, 1788. 8.) beſchreibt ein kleineres Teleſkop, das er von Herrn Herſchel ſelbſt erhalten hat. Im größern Spiegel deſſelben hält der Durchmeſſer der polirten Fläche 6½ Zoll, die Brennweite, oder vielmehr der Abſtand vom kleinen Spiegel, wenn das Inſtrument auf Fixſterne gerichtet iſt, beträgt 6 Fuß 10 Zoll, und die paraboliſche Geſtalt iſt ſo vollkommen, daß man die ganze polirte Fläche ohne Blendung gebrauchen kan, ohne daß dadurch eine Abweichung entſteht — ein Vorzug, den man ſelbſt bey den beſten Shortiſchen Spiegeln vermiſſet. Von den Mitteln, die Herr Herſchel zu Erhaltung dieſer vollkommnen Geſtalt anwendet, iſt mir noch nichts umſtändliches bekannt.

Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel. S. 9. 168. 174. 523.

Smith Vollſt. Lehrbegrif der Optik durch Käſtner. S. 287.

Sammlungen zur Phyſik u. Naturg. I B. 5. St. Leipzig, 1779. gr. 8. S. 584.

Magazin für das Neuſte aus der Phyſik, fortgeſ. v. Voigt, V. B. 4. St. Gotha, 1789. 8. S. 72.

Parallaxe, Parallaxis, *Parallaxe.* Im weitläuftigſten Sinne heißt Parallaxe der Unterſchied oder Abſtand zweener optiſchen Orte eines Gegenſtands, der aus zween verſchiedenen Ständen geſehen wird. So iſt Taf. XVIII. Fig. 65. a b die Parallaxe des Punkts C auf der Fläche D E, wenn er aus A und B betrachtet wird, ſ. Ort, optiſcher. Das griechiſche Wort (παραλλαξις) bedeutet Veränderung, Verrücken oder Verſchieben. Die Stelle des Punkts C verſchiebt ſich durch a b, wenn man den Geſichtspunkt von A nach B verlegt. Dies iſt der allgemeine optiſche Begrif von Parallaxe.

In der Aſtronomie wendet man dieſen Begrif ſo an. Ein Geſtirn kan aus unzählbaren Orten der Erde betrachtet, und aus jedem an einer andern Stelle der Himmelskugel geſehen werden. Für jede zween Beobachtungsorte gäbe es alſo einen Unterſchied der optiſchen Orte, oder eine Parallaxe. Der Aſtronom aber verſetzt den einen Zuſchauer in den Mittelpunkt der Erde, weil dies ein und derſelbe Punkt für alle Erdbewohner iſt, ſtellt ſich den Ort, wo dieſer das Geſtirn ſieht, als den **wahren Ort** deſſelben, und den, wo es ein Beobachter auf der Oberfläche ſieht, als den **ſcheinbaren Ort** vor, und nennt den Unterſchied zwiſchen beyden die **Parallaxe**, auch die **tägliche Parallaxe**.

So wird Taf. XVIII. Fig. 67. das Geſtirn P aus dem Mittelpunkte der Erde T in b, aus A auf der Oberfläche in h geſehen, und h b iſt ſeine Parallaxe. Des wahren Orts b Abſtand vom Scheitel Z iſt Z b, oder der Winkel Z T b, des ſcheinbaren Orts Abſtand Z h, oder der Winkel Z A h; beyder Unterſchied iſt h b, oder Z A h — Z T b = A P T, daher auch der Winkel P die **Parallaxe** oder der **parallaktiſche Winkel** heißt. Dies iſt der Winkel, den die beyden Geſichtslinien T P und A P am Geſtirne P mit einander bilden.

Steht hiebey das Geſtirn eben im ſcheinbaren Horizont h r des Beobachtungsorts A, wie der Fall in der Figur angenommen iſt, ſo heißt dieſer Winkel P die **Horizontalparallaxe** (parallaxis horizontalis) deſſelben. Dieſe Ho-

rizontalparallaxe iſt offenbar ebenderſebe Winkel, unter welchem der Halbmeſſer der Erde TA erſcheint, wenn man ihn aus P nach der Linie PA ſenkrecht betrachtet, oder: **Die doppelte Horizontalparallaxe iſt gleich dem ſcheinbaren Durchmeſſer der Erde, aus dem Geſtirn betrachtet.**

Geſetzt, die Horizontalparallaxe des Geſtirns P ſey bekannt, ſo iſt die Entfernung deſſelben vom Mittelpunkte der Erde PT leicht zu finden. Denn da im rechtwinklichten Dreyecke PTA (den Sinustotus = 1 genommen)

$$\sin P : AT = 1 : PT$$

ſo hat man $PT = \frac{1}{\sin P} \cdot AT = \operatorname{coſec} P. AT.$

Oder: Die Coſecante der Horizontalparallaxe (auch: Der Sinustotus durch den Sinus der Horizontalparallaxe dividirt) giebt den Abſtand des Geſtirns vom Mittelpunkte der Erde, in Erdhalbmeſſern ausgedrückt.

Ex. 1. Man hat zu einer gewiſſen Zeit des Monds Horizontalparallaxe = 1 Grad gefunden. Von 1° iſt die Coſecante nach den Tafeln (oder die Secante von 89°) = 57,2986885, d. i. nahe an 57,3. Soviel Erdhalbmeſſer ſtand damals der Mond vom Mittelpunkte der Erde ab.

Für kleine Winkel (wo die Tafeln die Coſecanten nicht genau geben) kan man annehmen, ihre Sinus verhielten ſich, wie die Winkel ſelbſt, oder wie die Bogen, die ihnen zugehören. Anſtatt alſo den Sinustotus durch ſin P zu dividiren, dividire man lieber den Bogen, der dem Sinustotus gleich iſt ($57^\circ 17' 44'' 48''' .. = 206264,8''$) durch P ſelbſt. So käme für den Mond die Entfernung $= \frac{206264,8}{3600} = 57,2957 \ldots$ Erdhalbmeſſer (nur um $\frac{1}{1000}$ zu klein).

Ex. 2. Man hat die Horizontalparallaxe der Sonne $8\frac{1}{2}$ Secunde gefunden. So iſt $\frac{206264,8}{8,5} = 24266$. Alſo die Sonne um ſoviel Erdhalbmeſſer von der Erde entfernt.

So giebt uns die Parallaxe ein Mittel, Entfernungen zu meſſen, deren Beſtimmung dem erſten Anſcheine

nach unſere Kräfte ganz zu überſteigen ſchien. Es wird daher nicht überflüßig ſeyn, noch etwas von der Erfindung der Parallaxe ſelbſt beyzufügen.

Wenn ſich da Geſtirn P um die Erde bewegt, oder auch nur zu bewegen ſcheint (wie alle Geſtirne bey der täglichen Umdrehung), ſo iſt es bey p im wahren, bey P im ſcheinbaren Horizonte des Orts A, ſ. Horizont. Dieſe beyden Horizonte ſind alſo in Abſicht auf dieſes Geſtirn um den Bogen P p von einander entfernt, welcher das Maaß des Winkels P T p iſt. Weil aber beyde Horizonte h r und H R parallel ſind, ſo ſind die Wechſelswinkel P T p und T P A gleich; daher iſt der Bogen, um den beyde Horizonte aus einander liegen, auch das Maaß von T P A, oder von der Horizontalparallaxe. So rechtfertigt ſich, was man beym Worte Horizont (Th. II. S. 649.) findet, daß der Bogen, um welchen beyde Horizonte abſtehen, den Namen der Horizontalparallaxe führe. Man muß nur P nach H h b ſelbſt verſetzen, weil ich dort nicht von einem Geſtirn, ſondern von Stellen der ſcheinbaren Himmelskugel ſelbſt redete.

Nun iſt es durch unzählbare und äuſſerſt genaue Beobachtungen beſtätiget, daß (wenn man die Wirkungen der Stralenbrechung abrechnet) jeder Fixſtern, ſobald er bey der täglichen Umdrehung in den wahren Horizont H R gelangt, in ebendemſelben Augenblicke auch im ſcheinbaren Horizonte h r erſcheine. Man ſchließt hieraus, daß in Abſicht der Fixſterne gar keine Parallaxe ſtatt finde. Wäre eine vorhanden, ſo müſten Fixſterne, die im Aequator ſtehen, länger unter dem Horizonte, als über demſelben ſeyn, weil der ſcheinbare Horizont einen größern Theil der Kreiſe um T unter ſich, als über ſich hat. Es müſten ſich auch die Lagen der Fixſterne gegen einander ſebſt ändern, wenn man ſie aus verſchiedenen Stellen der Erde betrachtete u. ſ. w. Von allem dieſen bemerkt man nichts an den Fixſternen. Ich brauche hierüber nicht weitläuftig zu ſeyn, da der folgende Artikel: Parallaxe der Erdbahn jeden Gedanken der Möglichkeit einer täglichen Parallaxe der Fixſterne vertilgen wird.

Für dieſe Sterne alſo iſt die Horizontalparallaxe = 0, mithin ihre Entfernung von uns im buchſtäblichſten Sinne des Worts unermeßlich, wenigſtens durch die Parallaxe nicht ermeßlich. Die Geſichtslinien von den Punkten der Erdfläche nach einem Fixſterne zeigen keinen merklichen Unterſchied der Richtung, oder laufen dem Anſcheine nach mit einander parallel, und der Durchmeſſer der Erdkugel hat, aus einem Fixſterne betrachtet, keine Größe mehr, ſondern erſcheint als ein Punkt.]

Da nun doch die Wölbung des Himmels noch hinter den Fixſternen zu liegen ſcheint, ſo iſt in der Figur der Kreis HhbZrR unendlich erweitert anzunehmen. Dann aber iſt ſein Mittelpunkt eben ſowohl in P, als in T, und der Winkel bey P wird nun auch durch den Bogen hb gemeſſen. Daher ſieht man, daß es ganz gleichgültig ſey, ob man für die tägliche Parallaxe den Winkel P, wie wir in den bisherigen Schlüßen gethan haben, oder den Bogen hb, nach der allgemeinen optiſchen Bedeutung des Worts, annehmen will.

Man bemerkt alſo die Parallaxe nur bey Sonne, Mond, Planeten, Kometen ꝛc., und es iſt noch übrig, daß ich die Möglichkeit, ihre Größe zu beſtimmen, mit wenigem begreiflich mache.

Wenn ſich das Geſtirn P über den Horizont des Orts A erhebt, und nach K gelangt, ſo wird ſeine Parallaxe K kleiner, als die Horizontalparallaxe P; und ſie verſchwindet gänzlich, wenn das Geſtirn nach Z ins Zenith von A kömmt, wo es von T ſowohl, als von A, nach der Linie TAz, und alſo in Z geſehen wird. Die Parallaxen in den verſchiedenen Stellen zwiſchen P und z heiſſen Höhenparallaxen. Für jede von ihnen iſt $\sin K : \sin ZAK = AT : TK = \sin P : \sin tot.$, wie die Betrachtung der Dreyecke KAT und PAT lehret, daher (für $\sin tot = 1$)

$$\sin K : \sin P = \sin ZAK : 1,$$

und weil ſich kleine Winkel K und P ſelbſt, wie ihre Sinus, verhalten, $K : P = \sin ZAK : 1$, woraus

$$K = P . \sin ZAK$$

folgt, oder die Höhenparallaxe gleich gefunden wird dem

Producte der Horizontalparallaxe in den Sinus des Abſtands vom Zenith ZAK.

Man ſetze nun (Taf. XVIII. Fig. 68 und 69.), zween Beobachter auf der Erdkugel in B und C, aber unter einerley Mittagskreiſe BC, ſehen zugleich einen Fixſtern L und einen Planeten M, beyde in dieſem Mittagskreiſe. Die Geſichtslinien nach dem Fixſterne BL und Cl werden parallel ſeyn, die nach dem Planeten werden gegen M zuſammenlaufen. Jeder Beobachter mißt des Planeten Abſtand vom Fixſterne MBL = β und MCl = γ Der Winkel BMC iſt alsdann = $\beta + \gamma$, wie die Parallele $\lambda\mu$ gleich überſehen läſt, weil ſie BMC in zween Winkel theilt, die als Wechſelswinkel den β und γ gleich ſind. Wird der Planet von B und C aus auf einerley Seite des Fixſterns geſehen, wobey die Linien BL und Cl, wie die punktirten in der Figur gehen, ſo iſt BMC dem Unterſchiede zwiſchen β und γ gleich. Man hat alſo hieraus allemal den Winkel BMC.

Jeder Beobachter läſt aber auch zugleich den Abſtand des Planeten von ſeinem Scheitelpunkte meſſen, nemlich bBM = b, und cCM = c (Fig. 69.). Alsdann ſind o und x die Höhenparallaxen von M für die Orte B und C, und wenn man die Horizontalparallaxe = P nennt, ſo iſt nach dem obigen

$$o = P. \sin b$$
$$x = P. \sin c$$

daher BMC oder $o + x = P. (\sin b + \sin c)$,

woraus $P = \frac{BMC}{\sin b + \sin c} = \frac{\beta + \gamma}{\sin b + \sin c}$ folgt.

Ex. Der Abt de la Caille beobachtete d. 6 Oct. 1751 auf dem Vorgebirge der guten Hofnung den Mars im Mittagskreiſe 25° 2′ vom Scheitel, ſeinen nordlichen Rand 26″,7 nordwärts von λ des Waſſermanns; Wargentin in Stockholm fand ihn zu eben der Zeit 68° 14′ vom Zenith, und den nordlichen Rand 6″,6 ſüdwärts vom Sterne. Hieraus folgt für dieſen Augenblick die Horizontalparallaxe des Mars

$$\frac{26'',7 + 6'',6}{\sin 25^\circ\, 2' + \sin 68^\circ\, 14'} = \frac{33'',3}{1,3538470} = 24'',596.$$

Da die Stellen B und C weit aus einander ſeyn müſſen, ſo werden veranſtaltete Reiſen und Verabredungen der Beobachter über die Nächte, da ſie beobachten, und über die Fixſterne, die ſie dabey wählen wollen, vorausgeſetzt. Ferner müſſen B und C faſt unter einerley Mittagskreiſe der Erde liegen, damit die wegen des Unterſchieds der Mittagskreiſe anzubringende Berichtigung keine merklichen Fehler gebe. So haben **de la Caille** auf dem Vorgebirge der guten Hofnung und **de la Lande** in Berlin im Jahre 1751 übereinſtimmende Beobachtungen für die Parallaxe des Monds angeſtellt (Mém. ſur la parallaxe de la lune in den Mém. de Paris 1752. 1753. 1756.).

Noch mehrere Methoden, Parallaxen zu finden, lehrt **de la Lande** im neunten Buche ſeiner Aſtronomie. Zur Beſtimmung der Sonnenparallaxe, welche ſehr klein iſt, dienen die Beobachtungen der Venus in der Sonne, ſ. **Durchgänge durch die Sonnenſcheibe.** Beym Jupiter und Saturn iſt ſchon die tägliche Parallaxe zur Beobachtung zu klein. Beym Monde muß man wegen ſeiner Nähe zugleich die ſphäroidiſche Geſtalt der Erde in Betrachtung ziehen.

Die tägliche Parallaxe vermindert die Höhen der Geſtirne, deren ſcheinbarer Ort h (Taf. XVIII. Fig. 67.) etwas niedriger ſteht, als der wahre b. Dadurch ändern ſich auch die Längen, Rectaſcenſionen u. ſ. w. um kleine Bogen, die man Parallaxen der Länge, der Rectaſcenſion u. ſ. f. nennt.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtr. Dritte Aufl. Gött. 1781. 8. S. 95 u. f.

Bode Kurzgefaßte Erl. der Sternkunde, Th. I. §. 226 u. f.

Parallaxe der Erdbahn, jährliche Parallaxe, Parallaxis orbis annui, Proſtaphaereſis orbis, *Parallaxe de l'orbite, Parallaxe abſolue.* Der Unterſchied der optiſchen Orte eines Geſtirns, wenn es aus zween verſchiednen Stellen der Erdbahn, oder wie bey den Planeten angenommen wird, aus der Sonne und einer Stelle der Erdbahn betrachtet wird. Statt des Mittelpunkts der Erde, wie bey der täglichen Parallaxe, wird hier die Sonne, und ſtatt

eines Orts der Erdfläche ein Punkt der Erdbahn genommen. Die jährliche Parallaxe iſt alſo der Unterſchied des heliocentriſchen und geocentriſchen Orts, ſ. Heliocentriſch, Geocentriſch.

Taf. XVIII. Fig. 70. ſey in S die Sonne, ♈ T ♎ m die Erdbahn und die Erde in T, ein Planet ſtehe in M, ſo wird er von der Sonne nach SM, von der Erde nach TM geſehen, und eigentlich iſt der Winkel TMS die Parallaxe der Erdbahn. Es iſt aber bey der Planetentheorie gewöhnlich, den Ort des Planeten M durch ein auf die Ebne der Erdbahn gefälltes Loth MN auf die Ekliptik zu reduciren, wo nun die Linie SN m deſſen heliocentriſche, TN μ die geocentriſche Länge beſtimmt, und dem gemäß nennt man den Unterſchied dieſer beyden Längen oder den Winkel TNS die Parallaxe der Erdbahn.

Dieſe jährliche Parallaxe verurſacht in der ſcheinbaren Bewegung der Planeten und Kometen die beträchtlichſten Veränderungen. Sie macht, daß uns ihr an ſich ungleicher Lauf noch ungleicher erſcheint, ſie veranlaßt die ſcheinbaren Stillſtände und Rückgänge derſelben, da ihr Lauf aus der Sonne geſehen, ſtets rechtläufig ſeyn würde.

An den Fixſternen hingegen hat man bisher noch nicht die geringſte Wirkung einer jährlichen Parallaxe entdecken können. Sie erſcheinen der Erde aus ♎ eben ſo, wie aus ♈ (wenn man die Wirkung ihrer bekannten kleinen Bewegungen abrechnet), und die Geſichtslinien nach eben demſelben Fixſterne ♈ L, ♎ L zeigen keine merkliche Convergenz, obgleich die Stellen ♈ und ♎ auf 24000 Erddurchmeſſer weit aus einander ſind.

Sollte man eine Wirkung der jährlichen Parallaxe bey dem Fixſterne L bemerken, wobey z. B. die Geſichtslinie aus ♎ nach ♎ λ gerichtet wäre, ſo müſte die Breite des Sterns oder der Winkel der Geſichtslinie mit der Ebne der Ekliptik bey ♎ größer, als bey ♈, ſeyn, weil λ ♎ E größer iſt, als L ♈ E. Das heißt: Der Fixſtern müſte eine größere Breite haben, wenn er der Sonne gegen über geſehen wird und um Mitternacht culminirt, eine kleinere, wenn er bey der Sonne erſcheint.

Man hat, um dieſes zu unterſuchen, häufige Beobachtungen über die Abſtände der culminirenden Sterne vom Scheitel angeſtellt, woraus ſich ihre Stellen am Himmel am leichteſten beſtimmen laſſen. Tycho fand die gröſte Höhe des Polarſterns in Uranienburg zu entgegengeſetzten Jahrszeiten einerley (*Kepler* Epit. Aſtr. Copern. L. III. p. 493.), und ſchloß, daß die jährliche Parallaxe nicht merklich ſey. Man brauchte dies als einen Einwurf gegen das kopernikaniſche Syſtem, weil man glaubte, es müſſe ſich eine Parallaxe zeigen, wenn ſich die Erde wirklich bewegte. Hook, Flamſtead und Jacob Caſſini gaben ſich hierüber viel Mühe, und nahmen wirklich kleine Veränderungen der Stellen der Fixſterne wahr, ohne doch darthun zu können, daß ſie von der Parallaxe der Erdbahn herrührten. Horrebow glaubte aus Römers und ſeinen Beobachtungen eine jährliche Parallaxe von 30 Secunden herleiten zu können, und gründete darauf eine Vertheidigung des Copernikus (Copernicus triumphans. Hafn. 1727. 4.) aber Manfredi (Diſſ. de annuis inerrantium ſtellarum aberrationibus, Bonon. 1729. 4.) zeigte, daß dieſe Veränderungen gar nicht nach den Geſetzen erfolgten, nach welchen ſich die jährliche Parallaxe darſtellen müſte. Zwar ſuchte noch der jüngere Horrebow (De parallaxi fixarum annua. Havn. 174 . 4 und in Act. Erud. Lipſ. 1748. p. 190.) ſeines Vaters Behauptungen zu vertheidigen: allein man wuſte zu dieſer Zeit ſchon durch Bradley's Entdeckungen, daß dieſe kleinen Veränderungen von einer ſcheinbaren jährlichen Bewegung herrühren, welche eine ganz andere Urſache hat, und den Sternen die gröſte und kleinſte Breite giebt, nicht wenn ſie um Mittag oder Mitternacht culminiren, ſondern wenn ſie um 90° Länge von der Sonne abſtehen, ſ. Abirrung des Lichts. Bey den genauen Beobachtungen dieſer Bewegung müſte man die Wirkung der Parallaxe bemerkt haben, wenn ſie auch nur 2 Sec., oder für den Halbmeſſer der Erdbahn nur 1 Sec. betrüge. Man kan alſo ſicher behaupten, daß ſie gar nicht merklich ſey.

Hieraus folgt nun die unermeßliche Weite der Fixſterne von uns, die ſo groß ſeyn muß, daß alle aus dem

ganzen Umfange der Erdbahn nach eben dem Fixſterne gezogne Linien parallel ſcheinen, und daß der ganze ungeheure Kreis der Erdbahn, aus dem nächſten Fixſterne betrachtet, in einen Punkt zuſammen fällt. Um doch hierüber einige Rechnung zu führen, nehme man an, die Parallaxe SL♎ ſey 1 Secunde, ſo wird nach der im vorigen Artikel gelehrten Berechnung des Fixſterns Entfernung von S=206264,8 Halbmeſſer der Erdbahn, jeden zu 24000 Erdhalbmeſſern, betragen. Dieſe erſtaunenswürdige Größe übertrift den Abſtand des Uranus, oder den bekannten Halbmeſſer des Planetenſyſtems, mehr als 10313mal. Und doch muß ſelbſt der nächſte Fixſtern noch weiter, als um dieſe Größe, von der Sonne abſtehen, weil er nicht einmal die vorausgeſetzte Parallaxe von 1 Sec. zeiget.

Da der Halbmeſſer der Erdkugel nur den 24000ſten Theil vom Halbmeſſer der Erdbahn ausmacht, ſo kan auch die tägliche Parallaxe der Fixſterne (ſ. den vorhergehenden Artikel) nur $\frac{1}{24000}$ der jährlichen, mithin noch nicht $\frac{1}{24000}$ einer Secunde betragen, und es fällt alle Möglichkeit, ſich Wirkungen derſelben zu gedenken, gänzlich hinweg.

de la Lande Aſtron. Handbuch. Leipz. 1775. gr. 8. §. 760 u. f. Bode Kurzgef. Erl. der Sternkunde, Th. II. §. 622.

Parallelkreiſe, Circuli paralleli, *Paralleles*. So nennt man in der Aſtronomie und Geographie Kreiſe, welche auf der Himmels- und Erdkugel mit dem Aequator parallel gezogen werden. Die Parallelkreiſe der Himmelskugel heiſſen auch Tagkreiſe, und es wird von ihnen bey dieſem Worte gehandelt. Hier iſt noch einiges von den Parallelkreiſen der Erdkugel anzuführen.

Auf der Erdkugel kan durch jeden Ort, wie L (Taf. XVIII. Fig. 71.), ein kleinerer Kreis KLM mit dem Aequator AQ parallel gezogen werden. Dieſer heißt der Parallelkreis oder Parallel von L. Alle Orte, die in ihm liegen, K, L, M ꝛc. haben einerley Abſtand vom Aequator, oder einerley geographiſche Breite. Man ſagt, dieſe Breite gehöre dem Parallelkreiſe zu, und nennt ihn den Par-

allel von dieſer Breite. So liegt Leipzig unter dem Parallel von 51° 19′ 41″ nördlicher Breite.

Die Parallelkreiſe werden, wie alle Kreiſe, in Grade, Minuten, Secunden ꝛc. getheilt. Weil ſie aber kleinere Kreiſe der Sphäre ſind, ſo ſind auch ihre Grade kleiner, als die Grade der gröſten Kreiſe, d. i. des Aequators AQ und der Meridiane PAp, PLp, PQp. Wenn der Halbmeſſer des gröſten Kreiſes CM den Sinustotus vorſtellet, ſo wird NM, der Halbmeſſer des Parallels, den Sinus von PM, d. i. den Coſinus von MQ, oder von der Breite des Parallels vorſtellen, oder es iſt

LM = coſ. Breite × CM.

Und, weil CM für alle Parallelen einerley bleibt, ſo verhalten ſich ihre Halbmeſſer, mithin auch ihre Umkreiſe, Grade ꝛc., wie die Coſinus der ihnen zugehörigen Breiten, und es iſt

Grad des Parallels = Grad des Merid. × coſ. Breite.

Für den Parallel von Leipzig z. B. wird der Coſinus von 51° 19′ 41″ aus den Tafeln = 0,6248604 gefunden, mithin iſt der Grad deſſelben nur 0,6248604 × 15 = 9,372906 geographiſche Meilen. Eben ſo iſt die Rechnung für andere Parallelen. In dem von 60° Grad Breite iſt der Grad nur halb ſo groß, als im gröſten Kreiſe (weil coſ 60° = $\frac{1}{2}$), mithin nur 7$\frac{1}{2}$ geogr. Meilen.

Eine Tafel über dieſe Größe der Parallelkreiſe und ihrer Grade findet ſich in ſehr vielen geographiſchen Lehrbüchern unter dem Namen Canonion Apiani. Nemlich Peter Apian oder Bienewitz (Coſmographicus liber. Ingolſt. 1524. 4.) hatte ſie mitgetheilt, und die Grade der Parallelen in Meilen und Sechszigtheilen oder Minuten der Meile angegeben. Funk (Anfangsgr. der mathem. Geographie, Leipz. 1771. 8. §. 84.) giebt eine in Meilen und deren Decimaltheilen.

Die Parallelkreiſe werden von allen Meridianen unter rechten Winkeln geſchnitten. Ihre Richtung iſt alſo auf die Mittagslinie ſenkrecht, und giebt im Horizonte Abend und Morgen an. Wenn man daher von L aus immer weſtwärts oder oſtwärts fortgeht ſo bleibt man in demſel-

ben Parallele, und umreiſet die Erdkugel oder eigentlich den Pol P auf einem kürzern Wege, als im gröſten Kreiſe.

Die Grade der Parallelen heiſſen ſehr oft, beſonders auf Landkarten, **Grade der Länge**: denn man kan den Unterſchied der Längen von K und L, der eigentlich A D iſt, (ſ. **Länge, geographiſche**) auch durch den Bogen KL ausdrücken, welcher, als ein ähnlicher Bogen, eben ſoviel Grade, aber kleinere, als A D, hat.

Die Wendekreiſe und Polarkreiſe ſind auch Parallelen, jene von der Breite 23° 28′, dieſe von 66° 32′.

Käſtner Anfangsgr. der math. Geographie. Dritte Aufl. Göttingen, 1781. 8. §. 40.

Parallelſphäre, ſ. **Sphäre**.

Parallelſtralen, Radii paralleli, *Rayons parallèles*. Lichtſtralen oder Geſichtslinien, welche mit einander parallel laufen, oder wenigſtens keine merkliche Divergenz zeigen.

In den optiſchen Wiſſenſchaften iſt oft die Rede von Parallelſtralen, die aus einerley Punkte kommen. Im ſtrengſten Sinne kan es dergleichen nicht geben, weil gerade Linien aus einem Punkte S entweder ganz zuſammenfallen, oder divergiren müſſen, wie SA und SB (Taf. XVIII. Fig. 72.). Iſt aber ihre Divergenz, oder der Winkel S ſehr gering, ſo verhalten ſich die Theile DA und EB, als Parallelſtralen.

Da man einen Winkel von 1″ allezeit für unmerklich annehmen kan, und für $S = 1''$; $SB = 206264\,AB$ wird, ſo kan man Lichtſtralen für parallel halten, wenn der Punkt, aus dem ſie kommen, 206264 mal weiter entfernt iſt, als die Stralen von einander ſelbſt abſtehen. So laſſen ſich alle Stralen für parallel annehmen, die von einem Punkte der Sonne auf eine Quadratmeile der Erdfläche fallen.

Paraſelenen, ſ. **Nebenmonden**.

Parhelien, ſ. **Nebenſonnen**.

Parkeriſche Maſchine, Parkers Glasgeräthſchaft zu Imprägnation des Waſſers, Apparatus Par-

keri, *Appareil de Parker pour imprégnation de l'eau.* Ein Inſtrument zu Imprägnation des Waſſers mit fixer Luft, wodurch ſich alſo künſtliche Sauerwaſſer bereiten laſſen, ſ. Geſundbrunnen.

D. Seip (Beſchreibung der Pyrmontiſchen Mineralbrunnen und Stahlwaſſer, Hannov. 1750. 8.) hatte ſchon behauptet, daß im Pyrmonter Waſſer etwas den Dämpfen der Hundsgrotte ähnliches enthalten ſey; ſo wie auch D. Brownrigg (Philoſ. Trans. Vol. LV. for 1765.) äuſſert, daß das elaſtiſche Weſen der Spaa- und Pyrmonterbrunnen mit den erſtickenden Schwaden der Bergwerke übereinſtimme, und Lane (Phil. Trans. Vol. LIX for the year 1769.), daß dieſe im Waſſer gleichſam fixirte Luft das Eiſen auflöslich mache. Als nun durch Blacks und Prieſtley's Entdeckungen die Natur der fixen Luft genauer beſtimmt, und die Möglichkeit, ſie mit dem Waſſer zu verbinden, bekannt ward, dachte man auf Geräthſchaften, wodurch ſich eine Menge Waſſer mit fixer Luft imprägniren, und ein künſtliches Sauerwaſſer bereiten ließe. Prieſtley ſelbſt (Verſuche und Beob. über verſchiedene Gatt. der Luft. II. Theil a. d. engl. Wien u. Leipz. 1779. gr. 8. S. 273 u. f.) gab hiezu die erſte Methode an, wobey er eine mit fixer Luft gefüllte Blaſe, nebſt einer gläſernen Flaſche und Röhre gebraucht; er zieht aber ſelbſt die Geräthſchaft, welche nun beſchrieben werden ſoll, der ſeinigen vor.

D. Nooth (Phil. Transact. for 1775. Vol. LXV. P. 1. no. 4. p. 59.) iſt eigentlich der Erfinder dieſer Vorrichtung, die aber wegen der von Parker angebrachten und von Prieſtley (Verſ. u. Beob. Th. II. S. 291 u. f.) beſchriebenen Verbeſſerungen den Namen der Parkeriſchen Maſchine erhalten hat.

Dieſe Maſchine beſteht aus drey gläſernen in einander geſchliffenen Gefäßen S, T, V, Taf. XVIII. Fig. 73. Das untere V hat einen weiten Hals, in welchen das untere Ende des zweyten Gefäßes eingeſchliffen iſt, und eine kleine Oefnung a mit einem Glasſtöpſel. Das zweyte Gefäß T hat drey Oefnungen: in der obern weitern ſteckt das untere Ende des Gefäßes S, die Seitenöfnung b hat einen Glas-

ſtöpſel, und die untere iſt mit V verbunden. Dieſe letztere Oefnung aber iſt mit einer Klappe verſehen, deren Theile bey c, d, e, Fig. 74. etwas größer vorgeſtellt ſind. Das Stück c iſt ein mit feinen Canälen durchbohrter, und in die Oefnung von T eingeſchliffener Glascylinder: e iſt ein ähnlicher Cylinder, mit vielen Haarröhrgen durchbohrt und in eben dieſe Oefnung eingeſchliffen, der aber über c ſteht: zwiſchen beyden bleibt ein kleiner Spielraum für die planconvexe Linſe d, deren ebne Fläche ſich unterwärts kehrt, und alſo durchs Auflegen die Canäle im Theile c verſchließt. So ſieht man leicht, daß dieſe Klappe ein elaſtiſches Fluidum zwar aus V nach T, aber nicht wieder aus T nach V zurückgehen läßt. Das dritte Gefäß S endigt ſich unten in eine umgebogne Glasröhre, die in das Gefäß T hineingeht. Die obere Oefnung deſſelben hat einen Glasſtöpſel, deſſen Seitenfläche ein wenig von der cylindriſchen Geſtalt abweicht, damit er durch eine ſehr geringe Gewalt von innen heraus könne gehoben werden.

Man ſchüttet in das unterſte Gefäß dieſer Geräthſchaft geſtoßnen Marmor, Kalkſtein, Kreide u. dgl. und gießt darüber verdünntes Vitriolöl in dem zur Entbindung der fixen Luft nöthigen Verhältniße, füllt das mittlere Gefäß mit Waſſer, und ſetzt den ganzen Apparat, wie bey Fig. 73., zuſammen. Die aus den Materien in V entbundene fixe Luft geht nun durch die Klappe nach T über, und ſteigt in den obern Theil dieſes Gefäßes auf. Weil aber daſſelbe ganz mit Waſſer gefüllt iſt, ſo treibt der Druck dieſer fixen Luft das Waſſer durch die gebogne Glasröhre in das leere Gefäß S. Das in T zurückbleibende Waſſer iſt in Berührung mit der fixen Luft, welche auch beſtändig durch daſſelbe hindurchgeht. Es wird dadurch nach und nach mit dieſer Materie imprägnirt, und kan durch die Oefnung b abgelaſſen werden, in welchem Falle das nach S getriebne Waſſer wieder in das Gefäß T zurückläuft. Man beſchleunigt die Imprägnation durch Schütteln der ganzen Geräthſchaft, wobey die fixe Luft das Waſſer mit einer größern Fläche berührt. Die Operation wird auch durch den Druck der ins Gefäß S aufgeſtiegnen Waſſerſäule befördert,

weil ſtärkerer Druck jeder Imprägnation vortheilhaft iſt. Man könnte dieſen Druck noch mehr verſtärken, wenn man oben ſtatt des Stöpſels eine Klappe anbrächte, die ſich nicht eher, als bis der Druck zu ſtark würde, dann aber auch augenblicklich, öfnete, wie man ſolche Vorrichtungen bey den Dampfmaſchinen hat. So oft man imprägnirtes Waſſer durch b abläßt, wird eben ſo viel friſches Waſſer in S wieder aufgegoſſen. Die Oefnung a dient, um friſche Materialien in das Gefäß V zu bringen, oder dieſelben während der Operation, wenn es nöthig iſt, umzurühren. Das Gefäß V kan etwa 3—5 Pfund, das mittlere T etwas über 5 Pfund Waſſer halten.

Man kan durch eben dieſe Geräthſchaft auch Milch und andere Liquoren mit fixer Luft, ingleichen Waſſer mit andern Luftarten, deren Entbindung keinen großen Grad der Hitze erfordert, imprägniren. Durch Imprägnation mit fixer Luft erhält das Waſſer den ſäuerlichen Geſchmack der Sauerbrunnen, und die Kraft, etwas Eiſen aufzulöſen, wird auch erfriſchender, und dem beſten Brunnenwaſſer ähnlich.

Andere Vorrichtungen zu dieſer und ähnlichen Abſichten haben nachher **Bergmann** (De aquis artific. frigidis §. XVII. in Opuſc. phyſ. et chem. Vol. I. p. 214.), **Magellan** (Beſchreibung eines Glasgeräths u. ſ. w. aus d. engl. durch **Wenzel**, Dresden, 1780. 8.), **Withering** (in **Prieſtley's** Verſ. und Beob. über verſch. Gegenſt. der Naturlehre, II. B. Wien u. Leipz. 1782. 8.) angegeben. Um die Abbildungen nicht zu häufen, führe ich hierüber blos dieſe Schriften an, zumal da dieſer Artikel ſeiner Ueberſchrift nach blos der Parkeriſchen, zur Abſicht völlig hinreichenden, Geräthſchaft gehört.

Wie man die Verbindung der Luftſäure mit dem Waſſer, ſtatt des Schüttelns, durch einen Wirbel befördern könne, zeigt Herr **Wilke** (Neue ſchwed. Abhdl. für 1785. B. 4. und in **Crells** chemiſchen Annalen, Jahr 1785. B. I. S. 70.).

Tib. Cavallo Abhdl. über die Eigenſchaften der Luft und der übr. beſtändig elaſt. Mat. aus dem engl. Leipzig, 1782. 8.

Paſſatwinde, Muſſons, Venti anniverſarii, *Mouſſons*, engl. Trade-winds, Monſoons. Winde, welche eine Zeit des Jahres hindurch nach einer gewiſſen Richtung, die andere Zeit nach der gerade entgegengeſetzten wehen. Sie ſind beſonders häufig in verſchiedenen Gegenden des indiſchen Meeres.

Zwiſchen Madagaſcar und den afrikaniſchen Küſten wehet der Südoſtwind vom October bis zum May, aber den übrigen Theil des Jahres hindurch der Weſtwind. Zwiſchen Ajan, Arabien und Malabar und im bengaliſchen Meerbuſen bis gegen die Linie herab, herrſcht vom April bis zum October ein heftiger Südweſtwind mit ſchwarzen Wolken, Regen und Sturm, aber die übrigen ſechs Monate iſt der Himmel klar und ein gelinder Nordoſt. Zwiſchen Madagaſcar, Java und Sumatra von 2°—10° ſüdl. Breite bläſet der Südoſtwind vom May bis zum October, aber den Reſt des Jahres durch iſt der Wind Nordweſt. Von Sumatra längſt der chineſiſchen Küſte geht der Nord-nordoſt im October und die folgenden ſechs Monate, aber den übrigen Theil des Jahres Süd-ſüd-weſt. Zwiſchen Java, Timor, Neuholland und Neuguinea theilt ſich der Wind das erſte halbe Jahr nach Nord und Nordweſt, aber vom April an geht er aus Südoſt.

Man bemerkt aber dergleichen auch in andern Meeren. Bey der Küſte von Braſilien iſt der Wind vom April bis zum September Südweſt, aber hernach Nordoſt. Von Carthagena bis Portobello bläſet der Nordoſtwind einen Theil des Novembers und die folgenden Monate bis zur Mitte des Mays; dieſe Jahrszeit wird für Sommer gehalten, und die herrſchenden Winde heiſſen Bizes. Alsdann folgt Südweſtwind, der ſich aber nur bis 12 oder 12½ Grad Breite erſtreckt.

Wenn die Paſſatwinde umwechſeln, iſt die Luft an einigen Orten gleichſam unentſchloſſen, wohin ſie ſich wenden ſoll, wobey ſich gern Regen, Donnerwetter und Stürme einfinden; an andern Stellen aber geht ſie geſchwind in die entgegengeſetzte Richtung über.

Zu dieſer Art von Winden ſcheinen auch diejenigen zu gehören, deren die Alten unter dem Namen der Eteſien erwähnen. Sie weheten in Griechenland nach der Zeit der Sommerſonnenwende den Tag über aus Norden, und kühlten die Hitze der Hundstage. Dagegen herrſchte im Winter ein gelinder und nicht ſo anhaltender Wind aus Süden, unter dem Namen der Chelidonien oder Ornithyien.

Die meiſten Nachrichten von den Paſſatwinden hat aus den Berichten der Oſtindienfahrer und der ältern Geographen, Halley (An hiſtorical account of the tradewinds and monſoons obſervable in the ſeas between and near the tropiks in den Philoſ. Trans. num. 183. p. 153.) geſammlet. Man findet eben dieſe Nachrichten und noch mehrere dabey beym Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. natur. To. II. §. 2570 ſqq.), der ſie Motiones nennt, vielleicht, um den Urſprung des niederdeutſchen Namens Monſoons dadurch anzudeuten. Am vollſtändigſten handlet von den Paſſatwinden des indiſchen Meeres eine Schrift von Capitän Forreſt (A treatiſe on the Monſoons in Eaſt-India. Lond. 1784. 8.).

Die Urſachen dieſer Winde ſind noch nicht gänzlich entwickelt. Da ſie nach den Jahrszeiten abwechſeln, ſo ſieht man leicht, daß die Stellung der Sonne und der Wechſel der Wärme und Kälte in den Luftſchichten der an das indiſche Meer grenzenden Länder ꝛc. daran vorzüglichen Antheil haben müſſe. Hiezu kan nun die Beſchaffenheit des Bodens, die Lage der Gebirge, das Zerſchmelzen des Schnees u. dgl. vieles beytragen. Halley hat ſich ſehr bemühet, aus dieſen Urſachen die beſondern Umſtände der Beobachtungen zu erklären. Nach ihm verurſacht die Erwärmung der Luft in Arabien, Perſien und Indien vom April bis zum September einen Wind, der dem allgemeinen in dieſen Gegenden herrſchenden Nordoſt entgegengeſetzt iſt, alſo einen Südweſtwind; dagegen der Nordoſt im Winter durch die Kälte der mit Schnee bedeckten Gebirge im Lande noch mehr verſtärkt wird. Da aber eben dieſe Winde im äthiopiſchen Meere unter gleicher Breite von eben denſelben Ur-

ſachen nicht entſtehen, ſo müſſen noch andere in der eignen Beſchaffenheit jener Länder liegende Umſtände mitwirken.

Torb. Bergmann Phyſical. Beſchreibung der Erdkugel, a. d. ſchwed. von Röhl. Greifsw. 1780. gr. 8. B. II. S. 94 u. f.

Pendel, Pendul, Pendulum, Funependulum, *Pendule.* Wenn ein ſchweerer Körper M (Taf. XVIII. Fig. 75.) vermittelſt eines Fadens oder einer geradlinigten Stange CM, von dem unbeweglichen Punkte C herabhängt, ſo wird er ruhig hängen, ſo lang der Faden in der verticalen Lage CA bleibt. Bringt man ihn aber in die Lage CM, ſo zieht ihn die Schwere nach MF, da ihn der Faden nach der Richtung MC zurückhält. Weil hier beyde Kräfte nicht gerade entgegengeſetzt ſind, ſo erfolgt Bewegung im Bogen MA, weil M ſich nicht anders, als im Kreiſe um C, bewegen kan. Der Körper langt alſo in A mit einer Geſchwindigkeit an, die ihn weiter durch den Bogen AN fortführt, bis er in N wieder in eine gleiche Höhe mit M, oder in die horizontale Sehne MN gelangt. Hier iſt die Geſchwindigkeit, die ihm der Fall durch MA mitgetheilt hatte, durch die Gegenwirkung der Schwere wieder vernichtet; der Körper muß wieder von N nach A zurückfallen, und hier aus eben den Gründen wieder bis M aufſteigen u. ſ. w. Dieſe Bewegung von M nach N, und zurück, wird der Körper unaufhörlich fortſetzen, wenn nicht äuſſere Hinderniße entgegenſtehen. Sie heißt die **Schwungbewegung** (motus oſcillatorius); ein Hingang durch MAN und ein Rückgang durch NAM zuſammen ein **Schwung** (oſcillatio); der feſte Punkt C der **Aufhängungspunkt** (punctum ſ. centrum ſuſpenſionis); und der Faden CM mit dem Körper M ſelbſt ein **Pendel.**

Wenn man den Faden CM als eine Linie ohne Schwere, und die ganze Schwere des Körpers im Punkte M verſammlet annehmen darf, ſo heißt CM ein **einfaches Pendel.** Kan man dies nicht, z. B. wenn an mehrern Stellen des Fadens ſchwere Körper hängen, oder wenn CM eine an allen ihren Stellen ſchwere Stange iſt, ſo hat man ein **zuſammengeſetztes Pendel.** In jedem zuſammen-

geſetzten Pendel aber giebt es einen Punkt, in welchem die ganze Maſſe deſſelben verſammlet, nach eben den Geſetzen ſchwingen würde, nach welchen ſie im zuſammengeſetzten Pendel ſelbſt ſchwingt, ſ. **Mittelpunkt des Schwunges**. Man kan alſo jedes zuſammengeſetzte Pendel als ein einfaches betrachten, deſſen Länge vom Aufhängungspunkte bis zum Mittelpunkte des Schwunges reicht, wodurch die ganze Theorie auf die Betrachtung einfacher Pendel zurückgeführt wird.

Ich werde hievon das nöthigſte in der Ordnung beybringen, daß ich zuerſt die Geſetze der Schwungbewegung oder des einfachen Pendels nebſt einer kurzen Nachricht von ihrer Erfindung vortrage, dann ihre Anwendungen auf das Zeitmaaß und auf die Beſtimmung der Schwere erläutere, und endlich mit einigen Nachrichten von den Hindernißen der Gleichförmigkeit bey Schwungbewegungen und von den roſtförmigen Pendeln beſchließe.

Geſetze der Pendel.

Die Bewegung der Pendel folgt den Geſetzen des Falles auf vorgeſchriebenen Wegen. Denn es iſt völlig einerley, ob M in einem ausgehölten Canale MAN durch die Feſtigkeit der Wände, oder ob es im Kreisbogen MAN durch die Feſtigkeit des Fadens CM erhalten wird.

Bey dem Worte: **Fall der Körper** iſt auch der Fall auf vorgeſchriebenen Wegen betrachtet, und (Th. II. S. 126.) gefunden worden, daß hiebey die Geſchwindigkeit des fallenden Körpers an jeder Stelle derjenigen Geſchwindigkeit gleich ſey, welche der lothrechten Höhe ſeines Falles zugehört. Daher wird auch beym Pendel, wo der Fall des Körpers M in dem vorgeſchriebnen Kreisbogen MAN erfolgt, **die Geſchwindigkeit von M an jeder Stelle diejenige ſeyn, welche der lothrechten Höhe vom Anfangspunkte des Falles bis an dieſe Stelle zugehört.** In A z. B. wird der Körper ſoviel Geſchwindigkeit haben, als ihm der freye Fall durch GA geben könnte: in

N iſt ſeine Geſchwindigkeit = o, d. i. er hört hier auf, weiter fortzugehen.

Ferner iſt (Th. II. S. 130) beygebracht, daß ein ſchwerer Körper durch den Bogen MA eines Kreiſes vom Durchmeſſer = a in einer Zeit falle, welche durch das Product einer dort angegebnen unendlichen Reihe in $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$ ausgedrückt wird: daß ſich aber für einen unendlich kleinen Bogen dieſe Reihe in 1 verwandle, alſo die Zeit des Falles ſelbſt

$$\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}} \text{ Sec.}$$

werde, und ſich zur Zeit des freyen Falles durch den lothrechten Durchmeſſer a, wie $\frac{1}{4}\pi : 1$, oder faſt, wie 785 : 1000 verhalte.

Nun nenne man des Pendels Länge CA = b, ſo gehört der Bogen MA einem Kreiſe vom Halbmeſſer b, d. i. vom Durchmeſſer 2 b zu. Schwingt alſo dieſes Pendel in unendlich kleinen Bogen hin und her, ſo wird die Dauer ſeines Falles durch einen ſolchen Bogen ſich zur Dauer des freyen Falles durch 2 b verhalten, wie $\frac{1}{4}\pi : 1$; und da ein ganzer Schwung aus vier Gängen durch MA, AN, NA, AM beſteht, ſo **verhält ſich die Dauer eines unendlich kleinen ganzen Schwungs zur Dauer des freyen Falls durch die doppelte Länge des Pendels** (2 b) **wie $\pi : 1$**, oder, **wie der Umkreis zum Durchmeſſer.**

Sind die Bogen MA und AN von einer merklichen Größe, ſo iſt die Dauer des Schwunges allerdings größer, und zwar deſto mehr, je größer die Bogen ſind. Denn die unendliche Reihe

$$1 + \frac{1}{4}\frac{AG}{a} + \frac{9}{64}\frac{AG^2}{a^2} \ldots\ldots \text{ (wobey } a = 2b\text{)}$$

durch deren Summe alsdann die Dauer des kleinſten Schwunges noch zu multipliciren iſt, wird deſto größer, je mehr AG, der Queerſinus des Bogens MA, wächſt. Wä-

te M A ein Bogen von 1 Grad, deſſen Queerſinus (für ſin. tot = 1) nach den Tafeln = 0,0001523 iſt, ſo würde die Summe dieſer Reihe = 1,000019, und alſo der Schwung faſt um $\frac{1}{50000}$ ſeiner Dauer länger ſeyn. Und für M A = 2° macht der Ueberſchuß faſt $\frac{4}{50000}$, für 5° ſchon $\frac{1}{2000}$ der ganzen Dauer des Schwunges aus. Man ſieht aber doch aus dieſem Ueberſchlage, daß die Unterſchiede ſehr klein bleiben, wenn man die Pendel in ſehr kleinen Bogen ſchwingen läſt, daher man dieſen ſchönen Saß der höhern Mechanik gar wohl auf **ſehr kleine Bogen** anwenden kan, ob er gleich in der gröſten Strenge nur bey unendlich kleinen Bogen wahr iſt.

Sollten alle Schwünge, ſo groß oder klein auch M A ſeyn möchte, von völlig gleicher Dauer, oder tavtochroniſch ſeyn, ſo müſte M nicht im Kreisbogen, ſondern im Bogen der tavtochroniſchen Linie, d. i. der **Cykloide** fallen. Wenn dieſe durch einen an einer geraden Linie hinrollenden Kreis vom Durchmeſſer = $\frac{1}{4}$ a (oder $\frac{1}{2}$ b) beſchrieben iſt, ſo fällt (nach Th. II. S. 131.) jeder ſchwere Körper durch jeden ihrer Bogen in gleicher Zeit, nemlich in der Zeit

$$\tfrac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{\tfrac{1}{4}a}{g}} = \tfrac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}\ \text{Sec.}$$

welche der obigen für den unendlich kleinen Bogen gleich iſt, daher ſich auch hier die ganzen Schwünge zur Dauer des freyen Falles durch a (oder durch 2 b), wie $\pi : 1$ verhalten. Hieraus folgt der Saß: **Die Schwünge in der Cykloide,** ſo groß auch die Bogen ſeyn mögen, **dauren allemal eben ſo lange, als unendlich kleine Schwünge eines Pendels,** deſſen **Länge b der doppelte Durchmeſſer des Kreiſes wäre, der** durch ſein Rollen die Cykloide beſchreibt.

Dies ſtimmt auch mit dem überein, was die höhere Geometrie von der Cykloide lehrt, daß an ihr der Halbmeſſer der Krümmung bey A (Taf. XVIII. Fig. 76.) dem doppelten Durchmeſſer B A des beſchreibenden Kreiſes gleich ſey. Daher iſt der unendlich kleine Kreisbogen e A (Taf. XVIII. Fig. 75.) zugleich ein Element der Cykloide, die der Kreis

vom Durchmeſſer $\frac{1}{2}$ CA erzeugen würde; und da bey der Cykloide der Fall durch alle Bogen gleich lange tauert, ſo muß er eben ſo lange dauren, als durch das Element oder den unendlich kleinen Kreisbogen eA.

Setzt man die obenerwähnte unendliche Reihe = S, und des Pendels Länge = b, ſo folgt aus dem obigen die allgemeine Formel

$$\text{Dauer eines Schwungs} = \pi S \sqrt{\frac{2b}{g}} \text{ Sec.}$$

wo für Bogen einer Cykloide, deren beſchreibender Kreis $\frac{1}{2}$ b zum Durchmeſſer hat, und für unendlich kleine Kreisbogen S = 1 wird; überdies auch allemal S von gleicher Größe bleibt, ſo lang die Kreisbogen ähnlich ſind, oder gleich viel Grade haben. Hieraus fließen nun noch folgende Geſetze.

Weil unter den Größen, die die Dauer des Schwunges beſtimmen, nichts anzutreffen iſt, was von der Maſſe oder dem Gewichte des Körpers M abhienge, ſo kömmt auf Maſſe und Gewicht hiebey nichts an, und **Pendel von gleicher Länge ſchwingen in gleichen Zeiten, wenn auch ihre Gewichte ungleich ſind** (vorausgeſetzt daß S gleich bleibe). Die phyſiſche Urſache hievon iſt, wie beym freyen Falle der Körper, daß jeder Theil der Maſſe für ſich ſchwingt, daher hundert oder tauſend den Weg um nichts eher und ſpäter vollenden, als ein einziger.

Aendert ſich die Länge des Pendels b, indem alles übrige gleich bleibt, ſo **verhalten ſich die Zeiten der Schwünge, wie $\sqrt{b}$, oder wie die Quadratwurzeln aus den Längen der Pendel, mithin die Längen der Pendel, wie die Quadratzahlen der Schwingungszeiten.** Ein Pendel von 4 Fuß Länge ſchwingt in doppelt ſo langer Zeit, oder nur halb ſo ſchnell, als eines von 1 Fuß (wenn die Bogen ähnlich oder auch ſehr klein ſind).

Da in einerley Zeitraume deſto mehr Schwünge geſchehen, je kürzer die Dauer eines jeden iſt, ſo **verhalten ſich auch die Längen der Pendel** (unter übrigens gleichen Umſtänden), **umgekehrt, wie die Quadrate der in gleicher Zeit zurückgelegten Schwingungsanzah-**

len. Und die Schwingungsanzahlen in gleichen Zeiten umgekehrt, wie die Quadratwurzeln aus den Längen der Pendel. Macht ein Pendel 70 Schwünge, indem ein zweytes 60 macht, ſo verhalten ſich die Längen des erſten und zweyten, wie 36 : 49.

Die erſten Anlagen zu dieſer ſo wichtigen Lehre, und die Entdeckung der vier zuletzt angeführten Geſetze ſind wir dem Galilei ſchuldig, der ſie zugleich mit der Lehre vom freyen Falle der Körper (Diſcorſi e dimoſtrazione matematiche intorno a due nuove ſcienze) in der erſten Helfte des vorigen Jahrhunderts bekannt machte. Schon in ſeiner frühſten Jugend hatte er den Iſochroniſmus der Schwünge bey einerley Pendel mit Bewunderung wahrgenommen, uud dabey beobachtet, daß ungleiche Pendel in einerley Zeitraume Schwünge vollbrachten, deren Anzahlen ſich umgekehrt, wie die Quadratwurzeln der Längen verhielten. Er hatte dadurch ein Mittel gefunden, die Höhen der Kirchengewölbe zu meſſen, indem er die Schwünge der von ſelbigen herabhängenden Lampen (welche ſehr kleine Bogen beſchreiben) zählte, und mit den gleichzeitigen Schwingungsanzahlen eines Pendels von bekannter Länge verglich. Er verband nachher dieſe Erfahrungsſätze mit ſeiner Theorie vom Falle der Körper, aus der ſie als Folgerungen abfließen. Denn ungleiche Pendel, die ähnliche kleine Bogen beſchreiben, ſind ganz im Falle zweyer Gewichte, die auf gleich geneigten ſchiefen Ebnen rollen. Auf den letztern müſten ſich nach Galilei Theorie die Zeiten des Falles, wie die Quadratwurzeln der Höhen, verhalten; bey den Pendeln aber verhielten ſich die Höhen ähnlicher Bogen, wie ihre Halbmeſſer, oder wie die Längen der Pendel, woraus folgt, daß ſich die Zeiten des Schwungs, wie die Quadratwurzeln aus dieſen Längen, verhalten. Galilei ſahe alſo, daß es auch hier nicht auf das Gewicht des Pendels ankomme, und beſtritt den ſcholaſtiſchen Grundſatz, daß das Gewicht auf die Beſchleunigung wirke, unter andern durch den Verſuch mit Pendeln, die nicht ſchneller ſchwungen, ob man ſie gleich mit mehr Gewicht beſchwerte.

Durch Galilei und deſſen Schüler ward alſo die Lehre vom Pendel in die Phyſik und Mechanik eingeführt, und von mehrern Geometern bearbeitet. Die wichtigſten Erweiterungen erhielt ſie durch Huygens, der ihre Anwendung auf die Uhrwerke vom J. 1656 an zum Hauptgegenſtande ſeiner Unterſuchungen machte. Um eben die Zeit hatte Paſcal neue Aufgaben über die Cykloide vorgelegt, womit ſich Huygens ebenfalls beſchäftigte, und die zwo merkwürdigen Eigenſchaften dieſer Curve fand, daß ſie durch ihre Abwicklung wiederentſteht, und daß die Schwünge durch große und kleine Bogen in ihr gleich lange dauern. Endlich nahm auch Huygens die Theorie vom Mittelpunkte des Schwunges wieder vor, zu deren Bearbeitung ihn ſchon der P. Merſenne in jüngern Jahren aufgefordert hatte, und es gelang ihm, auch dieſe Lehre durch den allgemeinen Grundſatz der aufſteigenden Kräfte richtig zu entwickeln. Hieraus entſtand nun die ſchöne Theorie und Anwendung der Pendel, die er nach einiger Zeit (Horologium oſcillatorium. Pariſ. 1673. fol.) bekannt machte.

Newton (Princip. L. I. Sect. X. Prop. 46 ſqq.) handlet vom Pendel in der gröſten Allgemeinheit, mit Vorausſetzung einer Schwere, die nicht nach Parallellinien, ſondern nach einem feſten Punkte wirkt. Er findet, daß alsdann die tavtochroniſche Linie eine Epicykloide ſey. Im zweyten Buche gebraucht er Verſuche mit dem Pendel zu Beſtimmung des Widerſtands der Mittel. Analytiſch iſt die Lehre vom Pendel und den tavtochroniſchen Linien in ihrer gröſten Allgemeinheit von Euler im zweyten Buche ſeiner Mechanik abgehandlet worden.

Anwendung der Pendel auf das Zeitmaaß. Secundenpendel.

Schon Galilei bediente ſich der gleich langen Schwingungen des Pendels zum Maaße der Zeit, und einige Aſtronomen, die ihm folgten, konnten dadurch etwas genauere Beobachtungen, als ihre Vorgänger, anſtellen. Auch Riccioli und Grimaldi gebrauchten das Pendel auf dieſe

Art bey den Verſuchen über den Fall der Körper (Th. II. S. 122.). Allein man muſte die Bewegung des Pendels ſehr oft wieder erneuren, weil ſie der Widerſtand der Luft beſtändig ſchwächet, und überdies fehlte es an einem bequemen Mittel, die Schwünge zu zählen.

Huygens, der eben ſo groß in der Mechanik, als in der Geometrie war, hatte den glücklichen Gedanken, das Pendel an die Uhren ſelbſt anzubringen, wodurch beyden Schwierigkeiten zugleich abgeholfen ward. Der Trieb der Uhr erneuert unablàßig die Bewegung des Pendels, und die gleichen Schwünge des letztern erlauben der Uhr keinen andern, als einen gleichförmigen Gang, durch den ſich die Schwünge von ſelbſt zählen. Huygens Pendel iſt eine eiſerne Stange mit einem Gewichte, deren oberes Ende an eine Spindel mit zween ſtählernen Lappen oder Blättchen befeſtiget iſt. Durch die Schwünge der Stange werden dieſe Lappen wechſelsweiſe hin und her gewendet, und fallen zwiſchen die Zähne des letzten Uhrrades ſo ein, daß ſie bey jedem Schwunge nicht mehr als einen einzigen Zahn des Rades fortgehen laſſen. Dieſes Rad, mithin das ganze Uhrwerk, muß alſo eben ſo gleichförmig gehen, als das Pendel ſelbſt. Ueberdies ſchlagen auch die Zähne, welche von dem Gewichte oder der Feder in der Uhr fortgetrieben werden, gegen die Lappen der Spindel an, und theilen dadurch dem Pendel ſelbſt wieder ſoviel neue Bewegung mit, als es durch den Widerſtand der Luft von Zeit zu Zeit verliert. Huygens machte dieſe wichtige Erfindung im Jahre 1656, und ſie iſt ſeitdem unter dem Namen der Pendeluhr allgemein bekannt, und für mancherley Abſichten in den Wiſſenſchaften und im bürgerlichen Leben höchſt brauchbar geworden.

Er trieb aber ſeine Unterſuchungen hierüber noch viel weiter. Da es kaum möglich iſt, den Widerſtand der Luft und das Reiben der Spindel ſo genau zu compenſiren, daß die Schwünge nicht bisweilen größere oder kleinere Bogen beſchreiben ſollten, ſo fürchtete er, dies möchte der Gleichförmigkeit des Ganges hinderlich ſeyn. Seine Entdeckungen über die Cykloide lehrten ihn, die Größe der Bo-

gen werde gleichförmig ſeyn, wenn das Gewicht des Pendels Theile einer Cykloide beſchriebe, und dies müße geſchehen, wenn ſich der Faden, der das Pendel hält, von einem cykloidaliſch geformten Bleche abwickelte. Er ſchlug alſo vor, das Gewicht P (Taf. XVIII. Fig. 76.) am Faden CP zwiſchen den cykloidaliſchen Blechen CD, CE herabhängen zu laſſen, damit ſich der Faden beym Schwunge an dieſe Bleche anlege, und im Herabfallen davon abwickle. So wird der Weg des Gewichts MN die Evolute einer Cykloide, d. i. ein Theil ebenderſelben Cykloide ſeyn, nach welcher CD und CE geformt ſind.

Dieſe ſcharfſinnige Anwendung der höhern Geometrie iſt dennoch für die Praxis unbrauchbar geblieben. Die Schwierigkeit, den Blechen eine genau cykloidaliſche Form zu geben, und die Steiſe der Fäden hindern die Vortheile, welche der Erfinder davon erwartete. Auch hat die Erfahrung gelehrt, daß ſie ganz entbehrlich ſind, wenn die Pendel ſo kleine Schwünge machen, wie an den jetzigen Pendeluhren beym Gebrauche des engliſchen Hackens.

Der Gang der Pendeluhren richtet ſich nach der Dauer der Schwünge, und alſo nach der Länge der Pendelſtange. Zwar iſt dieſe Stange ein zuſammengeſetztes Pendel, das nicht gerade ſo, wie ein einfaches von gleicher Länge, oſcillirt. Huygens aber gab in ſeinem Horologium oſcillatorium zugleich die Methoden an, den Mittelpunkt des Schwunges zuſammengeſetzter Pendel zu finden. Weiß man aber den Mittelpunkt des Schwunges, ſo kan man die Pendelſtange als ein einfaches Pendel betrachten, deſſen Länge ſich vom Aufhängungspunkte bis zu gedachtem Mittelpunkte erſtreckte. Iſt z. B. das Pendel eine dünne prismatiſche Stange von der Länge c, ſo ſteht der Mittelpunkt des Schwunges vom Aufhängungspunkte um $\frac{2}{3}$ c ab. Trägt dieſe Stange noch, wie gewöhnlich, nicht weit vom Ende eine Linſe oder ein kleines Gewicht $= p$, deſſen Punkte ſich alle gleich entfernt vom Aufhängungspunkte annehmen laſſen, und iſt das Gewicht der Stange $= q$, ſo wird das Moment der Trägheit des Ganzen $= (\frac{1}{3} q + p) c^2$; das ſtatiſche Mo-

ment = ($\frac{1}{2}$ q + p) c; mithin der Abſtand des Mittelpunkts des Schwunges vom Aufhängungspunkte, oder die Länge des gleichgeltenden einfachen Pendels

$$b = \frac{\frac{1}{3} q + p}{\frac{1}{2} q + p} \cdot c$$

ſ. Mittelpunkt des Schwunges, Moment. Alſo läßt ſich ein ſolches aus Stange und Linſe zuſammengeſeztes Pendel als ein einfaches von der Länge b betrachten.

Ex. Es ſey die Länge der Stange c = 588 Lin.; ihr Gewicht q = 18 Loth; der Linſe Gewicht p = 3 Loth; ſo iſt b $= \frac{6 + 3}{9 + 3} \cdot 588 = 441$ Lin. Dieſe Pendelſtange ſchwingt eben ſo, wie ein einfaches Pendel von 441 Lin. Länge.

Schiebt man die Linſe ein wenig aufwärts, ſo wird ihr Abſtand vom Aufhängungspunkte, oder c in Abſicht auf ſie, kürzer, daher b kleiner, und das Pendel ſchwingt, wie ein kürzeres einfaches, d. i. ſchneller. Niederſchiebung der Linſe bewirkt das Gegentheil. So erhellet, warum man die Linſe beweglich macht; und wie man durch ihre Verſchiebung der Uhr einen geſchwindern oder langſamern Gang giebt.

Soll ein ſolches Pendel Schwünge von beſtimmter Zeitdauer verrichten, ſo muß b, oder die Länge des eben ſo geſchwinden einfachen Pendels, eine beſtimmte Größe haben. Soll ein halber Schwung, nemlich ein Hingang durch MN, oder ein Rückgang durch NM (welches Huygens einen ganzen Schwung nennt) gerade eine Secunde dauren, ſo heißt die dazu gehörige Länge b das Secundenpendel. Für ſelbiges iſt die Dauer des ganzen Schwunges 2 Sec., daher (wenn die Bogen klein ſind, oder wenn S = 1)

$$2 = \pi \sqrt{\frac{2b}{g}}, \text{ und } \frac{2g}{\pi^2} = b.$$

Hieraus folgt $g : b = \frac{1}{2}\pi^2 : 1$, oder: Der Raum g, durch den die ſchweren Körper in einer Secunde fallen, verhält ſich zur Länge des Secundenpendels b, wie das halbe Qua-

drat des Umkreiſes zum Quadrate des Durchmeſſers (d. i. wie 4,9348022 . . . : 1, oder, wie 1 : 0,2026423. . . . .).

Man findet daher die Länge des Secundenpendels, wenn man den Fallraum in einer Secunde durch 0,2026423 . . . multiplicirt. Und umgekehrt giebt die Länge des Secundenpendels mit 4,9348022 multiplicirt den Fallraum in der Secunde.

Huygens (Horolog. Oſcillat. P. IV. prop. 25.) giebt aus Verſuchen die Länge das Secundenpendels ſo an, daß auf ihren dritten Theil 881 Sechſtel der pariſer Linie kommen. Die ganze Länge beträgt alſo $440\frac{1}{2}$ Lin., oder 3 Fuß 0 Zoll $8\frac{1}{2}$ Lin., welches in Decimaltheilen 3,059027 Fuß beträgt. Dieſe Zahl giebt, mit 4,9348022 . . multiplicirt, den Fallraum der Körper in der erſten Secunde = 15,09568 pariſer Fuß.

Die gefundene Länge des Secundenpendels ſchlug Huygens, weil die Secunde der mittlern Sonnenzeit ein überall gleiches und von der Natur ſelbſt beſtimmtes Zeitmaaß iſt, zum allgemeinen Fußmaaße vor. Er nannte daher ihren dritten Theil den Stundenfuß (pes horarius), und glaubte, man werde überall ein gleiches Maaß haben, oder alle andere Maaße leicht auf dieſen allgemeinen Fuß bringen können, wenn man Pendel von bekannter Länge ſchwingen ließe, und ihre Schwünge in einem beſtimmten Zeitraume zählte. Alsdann müſte ſich das Quadrat der Secundenzahl dieſes Zeitraums, zum Quadrate der Schwingungsanzahl verhalten, wie $\frac{1}{3}$ der Länge des Pendels zum Stundenfuße, woraus ſich das Verhältniß des an jedem Orte üblichen Maaßes zu dieſem allgemeinen Fuße ergäbe. Der pariſer Fuß verhielte ſich zu ihm, wie 864 : 881. Es ward aber bald nachher entdeckt, daß das Secundenpendel nicht an allen Orten der Erde gleich lang, mithin zwar ein natürliches, aber kein allgemeines Längenmaaß ſey.

Herr von Mairan ſetzt die Länge des Secundenpendels in Paris aus vielen und ſehr genauen Verſuchen 3 Fuß 0 Zoll $8\frac{17}{30}$ Lin.; Richer 3 Fuß $8\frac{3}{5}$ Lin.

Beſtimmung der Schwere durchs Pendel.

Die Schwere, als beſchleunigende Kraft betrachtet, läßt ſich nicht anders, als durch ihre Wirkungen, meſſen. Ihre Größe wird durch die Geſchwindigkeit, die ſie in einer beſtimmten Zeit erzeugt, oder durch den Raum, durch den ſie die Körper in dieſer Zeit treibt, angegeben, ſ. **Kraft, beſchleunigende** (Th. II. S. 800.). Triebe ſie die Körper in eben der Zeit durch den doppelten, dreyfachen Raum, ſo würde man ſie doppelt, dreymal ſo groß nennen. Ihre Größe verhält ſich alſo, wie der ihr zugehörige Fallraum in einer Secunde Zeit, oder wie der Werth der Größe, die wir in allen unſern Formeln = g geſetzt haben.

Da nun $g : b = \frac{1}{2}\pi^2 : 1$, ſo findet zwiſchen der Größe des Fallraums und der Länge des Secundenpendels überall einerley Verhältniß ſtatt. Findet man an zween Orten der Erde die Längen der Secundenpendel verſchieden, ſo ſind in ihnen auch die Fallräume in der erſten Secunde, mithin auch die Größen der Schwere verſchieden. Und alsdann verhalten ſich die Schweren, wie die Fallräume, und wie die Längen des Secundenpendels.

Richer's Entdeckung, ſ. **Erdkugel** (Th. II. S. 25.), lehrte im Jahre 1672, daß das Secundenpendel auf der Inſel Cayenne um $1\frac{1}{4}$ Linie kürzer ſey, als in Paris. Hieraus folgt, die Schwere ſey in der Gegend des Aequators geringer, als in Europa, und zwar im Verhältniße von 352 : 351 (weil $1\frac{1}{4}$ Lin. den 352ſten Theil der ganzen Länge des von Richer angenommenen pariſer Secundenpendels ausmacht). Setzt man alſo die Schwere in unſern Gegenden, welche in der erſten Secunde durch 15,09568 pariſer oder 15,625 rheinl. Fuß treibt, = 1, ſo iſt die Schwere um den Aequator nach Richers Erfahrungen $\frac{351}{352} = 0{,}99715$.

So zeigt ſich ein Mittel, die Schwere an verſchiedenen Orten der Erde zu vergleichen. Weil die unmittelbare Meſſung der Länge des Secundenpendels viel Genauigkeit erfordert, ſo iſt es bequemer, ein Pendel von einer gewiſſen Länge von einem Orte zum andern mit ſich zu führen, und zu

zählen, wie viel Schwünge es an jedem Orte in einer gewiſſen Zeit, z. B. in einem Tage, einer Stunde u. ſ. w. verrichtet.

Nennt man dieſe Zeit = T, die Anzahl der halben Schwünge in ihr = n, ſo iſt die Dauer eines halben Schwungs $= \frac{T}{n}$, und man hat aus den Formeln

$$\frac{T}{n} = \tfrac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{2b}{g}}, \text{ oder } n^2 = \frac{2gT^2}{\pi^2 b}$$

Wenn nun eben das Pendel an einem andern Orte, wo der Fallraum = G iſt, in eben der Zeit N halbe Schwünge macht, ſo iſt

$$N^2 = \frac{2GT^2}{\pi^2 b}$$

daher $G : g = N^2 : n^2$. Oder die Fallräume, d. i. **die Größen der Schwere** an beyden **Orten verhalten ſich, wie die Quadrate der Schwingungsanzahlen.**

Ex. 1. Richers Pendeluhr hatte in Paris täglich 24. 60. 60 = 86400 Sec. geſchlagen. In Cayenne gieng ſie täglich um 2 Min. = 120 Sec. zu langſam, ſchlug alſo nur 86280mal. Hier iſt N : n = 8640 : 8628 = 720 : 719, alſo die Schwere in Paris zur Schwere in Cayenne = $720^2 : 719^2$ = 360 : 359 oder wie 1 : 0,99722. Eben ſo verhalten ſich auch die Längen des Secundenpendels an beyden Orten.

Ex. 2. Das Pendel des Herrn **von Maupertuis** ſchlug zu Pello in Lappland in einem Sterntage 86400mal; nach Paris zurückgebracht, gieng es 59,1 Sec. zu langſam, ſchlug alſo nur 86340,9mal. Hier iſt N : n = 86400 : 86340,9 = 1,000685 : 1. Alſo die Schweren zu Pello und Paris, wie die Quadrate dieſer Zahlen, d. i. wie 1,00137 : 1.

Seit Richer's Zeiten hat man häufige Verſuche dieſer Art gemacht; es fehlt aber den ältern von **Halley, Deshayes, Feuillee, de l'Isle** an gehöriger Genauigkeit. Die neuern weit zuverläßigern ſind in folgenden Tabellen (Bode, Kenntniß der Erdkugel S. 85.) enthalten:

Pendellängen, durch unmittelbare Meſſung beſtimmt.

Beobachter	Ort	Breite		Secundenpend. in par. Lin.
Bouguer	Pichincha, 2400 Toiſen hoch	0°	13	438,69
— —	Quito, 1500 Toiſ. hoch	0	25	438,82
— —	Quito, am Meer	—	—	439,10
Richer	Cayenne	4	56	439,32
Bouguer	Panama	8	35	439,20
Godin	Portobello	9	33	439,08
— —	klein Goava	18	27	439,37
Ulloa	Guarico	19	46	439,32
de la Caille	Cap d. gut. H.	33	55	440,05
Jaquier	Rom	41	54	440,28
Picard	Bayonne	43	30	440,50
Liesganig	Wien	48	12	440,56
Richer	Paris	48	50	440,60
Mairan	— —	—	—	440,57
Graham	London	51	31	440,60
Lulofs	Leiden	52	9	440,71
Mayer	Greifswald	54	4	440,83
	Archangel	64	33	441,10
	Kola	68	52	441,31

Pendellängen, durch Vergleichung der Schwingungszahlen beſtimmt.

Beobachter	Ort	Breite		Secundenpendel in par. Lin.
Condamine	Para	1°	28′	439,22
Campbell	Jamaica	18	0	439,44
Mairan	Paris	48	50	440,57
Graham	London	51	31	440,65
Celſius	Upſal	59	2	440,91
Griſchow	Dörpt	58	26	440,92
— —	Reval	59	26	440,95
Mallet	Petersburg	59	56	441,02
Maupertuis	Pello	66	48	441,17
Mallet	Ponoi	67	5	441,22

Die Schweren an dieſen Orten verhalten ſich unter einander, wie die angegebenen Pendellängen.

Dieſe Tabellen laſſen den Zuſtand der Schwere auf der Erdfläche bequem überſehen. Ein Körper, der beym Aequator 439 Pfund wiegt, wird, nach Lappland gebracht, ſo ſtark drücken, als 441 Pfunde unterm Aequator drücken. Aber die Wage in Lappland kan dieſen Unterſchied nicht zeigen. Denn man wiegt auf ihr mit Pfunden, von denen 439 ſchon ſo ſtark drücken, als 441 unterm Aequator. Dieſe halten alſo hier ebenfalls das Gleichgewicht mit dem Körper, und derſelbe wiegt immer nicht mehr, als 439 Pfund, aber ſchwerere, als beym Aequator. Das Pendel aber geht in Lappland ſchneller, nicht weil ſein Gewicht zunimmt, ſondern weil jeder Theil ſeiner Maſſe ſtärker zum Fallen getrieben wird.

Man wird auch bey **Bouguers** Beobachtungen wahrnehmen, daß die Schwere an eben dem Orte in großen Höhen geringer iſt, als an der Meeresfläche. Ebendaſſelbe Pendel machte in 24 Stunden

am Ufer des Amazonenflußes	98770
zu Quito - - - - - -	98740
auf dem Pichincha - - -	98720

Schwünge. Von dem Betruge einiger Franzoſen, die das Gegentheil wollten erfahren haben, ſ. **Gravitation** (Th. II. S. 534.).

Nach **Newton** (Princip. L. III. Prop. 20.) muß ſich auf einem Sphäroid die Zunahme der Schwere vom Aequator an gegen den Pol gerechnet, wie das Quadrat des Sinus der Breite verhalten. Vollkommen ſtimmen freylich die Angaben der Tabellen mit dieſem Geſetze nicht überein, wie ſich auch bey der großen Feinheit ſolcher Verſuche gar nicht erwarten läßt. Inzwiſchen ſind doch die Abweichungen nicht ſo groß, daß man nicht daraus noch die Länge des Secundenpendels unterm Pole ſelbſt ſuchen könnte. Der Weg hiezu iſt folgender. Die Schwere ſteht im Verhältniße der Pendellänge; alſo verhalten ſich auch die

Zunahmen der Pendellängen, wie die Quadrate der Sinus der Breiten. Man mache nun folgende Vergleichung

Pendellänge zu Paris	= 440,57 Lin.		
- - - - - Quito	= 439,10		
Zunahme vom Aequ. bis Paris - -	=	1,47 - -	Logarithmen 0,1673173
Quadrat des Sinus der Breite des Pols 90°	= - - - -		20,0000000
			20,1673173
Quadrat des Sinus der Pariſer Breite 48° 50′	- - - - - -		19,7533570
Zunahme vom Aequ. bis Pol	= 2,594 -		0,4139603
Pendellänge unterm Aequ.	= 439,10		
Pendellänge unterm Pol	= 441,694		

Hieraus ergiebt ſich das Verhältniß der Schweren unterm Aequator und Pol, welches zugleich das umgekehrte Verhältniß des Erddurchmeſſers zur Axe iſt, wie 43910 zu 44169 oder, wie 169 : 170. Dies weicht von dem, was man aus den wirklich gemeſſenen Graden findet, ſ. **Erdkugel** (Th. II. S. 44.), nicht weit ab. Andere Orte aus der Tabelle ſtatt Paris genommen, werden immer andere Reſultate geben. Als ein Mittel aus vielen der zuverläßigſten Beobachtungen nimmt **Mallet** 199 : 200 an.

Dürfte man die Geſtalt der Meridiane für vollkommen elliptiſch annehmen, ſo würde man aus dem Secundenpendel ſogleich auf die Länge der Grade in verſchiedenen Breiten ſchließen können. Nemlich die Größen der Grade verhalten ſich, wie die Halbmeſſer der Kreiſe, zu denen ſie gehören, d. i. wie die Halbmeſſer der Krümmung an den Beobachtungsorten. In allen Kegelſchnitten aber ſind die Halbmeſſer der Krümmung, wie die Würfel der Normallinien. Im Ellipſoid ſind die Schweren in dem Verhältniße der Normallinien. Alles dies zuſammengenommen hat die Folge, daß ſich **die Größen der Grade**, wie die Würfel der Schweren, oder **wie die Würfel der Pendellängen** verhalten.

Aber dieſer Satz giebt bey der Anwendung allzubeträchtliche Fehler. Vergleicht man z. B. die Secunden-

pendel zu Paris und Pello, ſo ſollten ſich die Grade an dieſen Stellen, wie $44057^3 : 44117^3$ oder faſt wie $\frac{1}{3} . 44057 : \frac{1}{3} . 44057 + 60 = 14685 : 14745 = 979 : 983$ verhalten. Nimmt man nun den pariſer Grad nach Picard 57060 Toiſen an, ſo findet man nach dieſem Verhältniße den in Lappland nur 57293 Toiſen, da ihn doch die wirkliche Meſſung 57438 gegeben hat. Herr Klügel hält es auch den gemeſſenen Graden zufolge für ausgemacht, daß die Erdmeridiane keine vollkommnen Ellipſen ſind. Fehlſchlüße zu vermeiden, wird es alſo am ſicherſten ſeyn, aus den Pendelverſuchen blos auf die Größe der Schwere, nicht aber auf die Geſtalt der Erde zu ſchließen; man müſte denn das leztere blos der Prüfung halber thun, als ein Mittel, mehrere Arten von Erfahrungen über einerley Gegenſtand zu vergleichen.

Ungleicher Gang der Pendel. Roſtförmiges Pendel.

Die bisher betrachtete Bewegung der Pendel wird durch den Widerſtand der Luft, und durch das Reiben am Aufhängungspunkte gehindert. Aus dieſen Urſachen wird der Bogen MAN (Taf. XVIII. Fig. 75.) immer kleiner, und das Pendel ſteht endlich ganz in der Verticallinie CA ſtill, da ſonſt die Schwungbewegung an ſich ohne Ende fortdauren würde.

Hiebey wird die Dauer des Niedergangs etwas länger, weil die aufgehaltene Pendelſtange ſpäter in die vertikale Lage gelangt; die Dauer des Aufſteigens hingegen wird kürzer, weil der beſchriebene Bogen kürzer wird. Dieſe Compenſation macht, daß die ganzen Schwünge dennoch ziemlich gleich lang bleiben. Der Widerſtand der Luft wirkt deſto ſtärker, je größer die beſchriebenen Bogen, und je kleiner die Gewichte der Pendel in Vergleichung mit ihren Flächen ſind. Daher kan ein Pendel von mehr Gewicht in der Luft ſchneller ſchwingen, als ein gleich langes leichteres; obgleich auf die Schwungbewegung an ſich das Gewicht keinen Einfluß hat. Newton brauchte Pendel zu Unterſu-

chung der Größe und der Geſetze des Widerſtands, ſ. **Widerſtand.**

Verſuche mit Pendeln im luftleeren Raume hat **Derham** (Philoſ. Trans. no. 294.) angeſtellt. Das Secundenpendel wird darinn etwas länger, als in der Luft. **Bouguer** giebt es für Paris 440,67, am Aequator 439,21 Lin. an, ſo daß ſich der Unterſchied auf $\frac{1}{10}$ Lin. ſetzen läſt; **Mayer** (Mém. de l'acad. de Pruſſe 1775.) für Greifswalde 440,894 Lin., in der Luft 440,827.

Dichtere Luft widerſteht auch ſtärker, als dünnere. **Bouguers** Pendel, das Bogen von 2 Zoll beſchrieb, ward auf dem Pichincha erſt nach 22 bis 23 Minuten ſo ſtark retardirt, daß die Bogen nur 1 Zoll betrugen; am Meerſtrande in dichterer Luft geſchahe dies ſchon in 14 bis 15 Minuten.

Das Reiben am Aufhängungspunkte könnte vermieden werden, wenn man ſtatt der Stange einen Faden gebrauchte, und deſſen oberes Ende zwiſchen zwo kleine zuſammengeſchraubte Platten einklemmte. Dennoch würde hiebey die Steife des Fadens an der Stelle, die ſich biegen muß, ein neues eben ſo großes Hinderniß verurſachen. Da ohnehin die ſteifen Pendelſtangen nicht zu entbehren ſind, ſo iſt es beſſer, ihnen oben ein paar ſtählerne Zapfen zu geben, die unterwärts gekehrte ſcharfe Schneiden haben, und mit dieſen auf wagrechten ſtählernen Platten aufliegen. So wiegen ſich beym Schwunge die Zapfen hin und her, wie am Wagbalken. Dieſe Einrichtung hatte **Graham** dem Pendel gegeben, womit **Maupertuis** in Pello beobachtete (ſ. Méſure de la peſanteur in d. Oeuvr. de Maupertuis, Lyon. 1768. 8. To. IV. p. 336. ſq.). Es war mit zween Gewichten verſehen, mit dem ſchwerern beſchrieb es Bogen von $4\frac{1}{2}$, mit dem halb ſo ſchweren Bogen von 3 Grad, und ſchlug im letztern Falle täglich 3—4 Secunden mehr.

Hauptſächlich aber wirken auf den Gang der Pendel die Abwechſelungen der **Wärme** und **Kälte**, weil die Pendelſtange durch die Wärme länger, durch die Kälte kürzer wird. Daher geht das Pendel im Sommer langſamer, als

im Winter, und gewöhnliche Pendeluhren machen in einem Tage im Winter etwa eine halbe Minute mehr, als im Sommer. **De la Lande** (Aſtr. 2de ed. §. 2462.) giebt 20 Sec. an; und ſo fand es auch Herr **Käſtner** (Ueber die Aenderung des Ganges der Pendeluhren, Götting. 1778. 4.) an einer von Kampe verfertigten Uhr.

Das beſte Mittel hiegegen wäre nun wohl dieſes, daß man alle Pendelbeobachtungen bey einerley Grade der Wärme anſtellte, oder wo dies nicht angienge, wenigſtens den Grad der Wärme und die Beſchaffenheit des Pendels genau anzeigte, um wo möglich, die Verlängerung oder Verkürzung der Pendelſtange zu berechnen. Herr von **Maupertuis** hielt ſein Pendel allezeit in gleicher Wärme; er erinnert aber, daß man in dieſer Abſicht unabläßig nach dem Thermometer ſehen, auch Thermometer und Pendel in gleichen Höhen über dem Fußboden und in gleicher Entfernung vom Feuer halten müſſe.

Graham, der um die Verbeſſerung der Werkzeuge ſo große Verdienſte hat, fiel anfänglich darauf, die Pendelſtangen von Ebenholz oder Nußbaum zu machen, weil das Holz nach der Länge der Faſern durch die Wärme nicht merklich ausgedehnt wird; es iſt aber dagegen wieder dem Fehler ausgeſetzt, daß es ſich durch den Wechſel der Feuchtigkeit und Trockenheit wirft oder krümmet. Dicke metallne Stangen helfen auch nicht, weil ſie von der Wärme eben ſo ſehr, als dünne, verlängert werden. Graham verſuchte auch, ein Thermometer ſo am Pendel anzubringen, daß der Mittelpunkt des Schwunges durchs Aufſteigen des Queckſilbers um eben ſoviel erhoben werden ſollte, als er durch die Verlängerung der Stange von der Wärme tiefer gebracht worden ſey, damit er durch eine Art von Compenſation immer an einerley Stelle und in gleichem Abſtande vom Aufhängungspunkte erhalten würde.

Er fand es aber nachher weit beſſer, eine ſolche Compenſation durch Verbindungen von mehrern Stangen aus verſchiednen Metallen zu bewirken. Daraus iſt eine Art von Pendeln entſtanden, die man roſtförmige (grid iron pendulums) nennt, weil ſie wegen der mehreren parallelen

Stangen einem Roſte ähnlich ſind. Grahams roſtförmiges Pendel iſt Taf. XVIII. Fig. 77. abgebildet. Es beſteht aus fünf eiſernen in der Figur durch ſtarke ſchwarze Striche unterſchiedenen, und vier kupfernen oder meſſingnen parallelen Stäben. Die eiſernen ſind oben feſt, alſo treibt die Wärme ihre untern Enden herabwärts, und erniedrigt den Mittelpunkt des Schwunges. An den untern Enden der eiſernen Stäbe ſind Füße, auf welchen die meſſingnen Stäbe aufſtehen. Dieſe letztern ſind alſo unten feſt, daher treibt die Wärme ihre obern Enden aufwärts, und erhöht dadurch ſowohl den Mittelpunkt des Schwunges, als auch die Querſtäbe, welche die folgenden Eiſenſtäbe halten. Die Längen der Stäbe ſind ſo proportionirt, daß die Ausdehnung des Meſſings den Mittelpunkt des Schwunges gerade um ſoviel hebt, als ihn die Ausdehnung des Eiſens erniedrigt.

Man kan die Berechnung ſo einrichten, daß der mittelſte Eiſenſtab, der das Gewicht trägt, weit länger wird, als in der Figur. So wird nicht das ganze Pendel roſtförmig, ſondern nur der obere Theil am Aufhängungspunkte. Dieſe Einrichtung hat den meiſten Beyfall gefunden; man pflegt jetzt nur einen ganz kleinen Roſt oben anzubringen, aus welchem die weit längere Pendelſtange herabhängt. Bey einer ſolchen von Shelton gefertigten Uhr fand Herr Käſtner den Gang im Jänner 1773 täglich nur um 2,1 Secunden ſchneller, als im Auguſt.

Noch eine andere Einrichtung von Romain aus Caſſini (Mém. de Paris, 1741.) beſchreibt Muſſchenbroek. Am eiſernen Stabe AB (Taf. XVIII. Fig. 78.) iſt hinten ein meſſingner Stab CE bey C feſt; an der Vorderſeite trägt der eiſerne Stab SO das Gewicht O. Die Hülſen GH, MN, umſchließen blos die Stäbe, ohne ihr Verſchieben an einander zu hindern, in der Hülſe TP aber ſind alle drey Stäbe mit Zapfen feſt. Wenn die Wärme zunimmt, dehnt ſich CE mehr aus, als AB; daher wird der Zapfen T niedergeſchoben, hingegen P mit dem Gewichte O erhöhet. Muſſchenbroek berechnet aus dem Ausdehnungsverhältniße des Meſſings zum Eiſen, welches er wie

46 : 27 ſetzt, wenn AO = 39 Zoll, CT = 27 Zoll ſey, ſo müße ſich TR : RP, wie $\overline{46 - 27 : 27} + \overline{27 : 39}$, d. i. wie 19 : 39 verhalten.

Montucla Hiſt. des mathematiques. To. II. p. 268. 384.

Käſtner Anfangsgr. der höhern Mechanik. Gött. 1766. 8. S. 194 u. f. S. 243.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. I. §. 641 ſqq.

Friedr. Mallet allgemeine oder mathematiſche Beſchreibung der Erdkugel, a. d. ſchwed. durch Röhl. Greifsw. 1774. gr. 8. S. 71 u. f.

Bode Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel. Berlin, 1786. 8. S. 83 u. f.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſique, art. *Pendule.*

Percuſſion, ſ. Stoß.

Percuſſionsmaſchine, Stoßmaſchine, Maſchine des Mariotte, Machina, qua experimenta circa colliſionem ſ. conflictum corporum inſtituuntur, *Machine de Mariotte pour les experiences du choc des corps.* Eine Veranſtaltung zu Verſuchen über die Geſchwindigkeiten bewegter Körper nach dem Stoße. Dieſe Maſchine macht gewöhnlich einen Theil der phyſikaliſchen Experimentalgeräthſchaft aus, und hat die Abſicht, die Geſetze des Stoßes durch Verſuche zu erläutern, und zu beſtätigen. Dazu wird nun erfordert, daß man allerhand Körper, z. B. Bley- Thon- Elfenbeinkugeln, mit gegebnen Geſchwindigkeiten könne an einander ſtoßen laſſen, und daß man ihre Geſchwindigkeiten nach dem Stoße leicht meſſen könne.

Mariotte (De la percuſſion ou choc des corps in den Oeuvres de *Mariotte.* à la Haye 1740. T. I.) brauchte hiebey zuerſt das zuverläßige Mittel, die Geſchwindigkeiten durch die Fallhöhe zu beſtimmen, dem Satze gemäß, daß beym Falle auf vorgeſchriebnen Wegen des Körpers Geſchwindigkeit an jeder Stelle derjenigen gleich iſt, die der Höhe ſeines Falles bis an dieſe Stelle zugehört, ſ. Fall der Körper. Der Widerſtand der Luft wird hiebey nicht beträchtlich ſeyn, wenn man dichte Körper von nicht allzugroßen Höhen fallen läßt.

Wenn man alſo (Taf. XVIII. Fig. 79.) ein paar Kugeln P, Q an Fäden ſo von C, D, herabhängen läßt, daß ſie ſich in der verticalen Lage der Fäden CP und DQ in einem Punkte berühren, der mit ihren Mittelpunkten in einer Horizontallinie liegt, und dann die eine P in der Verticalfläche CPA bis A erhebt, und fallen läßt, ſo wird ſie in P mit einer Geſchwindigkeit anlangen, die der Höhe GP zugehört. Eben ſo wird Q, bis a erhoben, im Rückfall nach Q mit der Geſchwindigkeit ankommen, die der Höhe gQ gehört. Dieſe Geſchwindigkeiten verhalten ſich, wie die Quadratwurzeln aus den Höhen. Man kan alſo vermittelſt eines auf dem Geſtell angebrachten Maaßes die Höhen ſo wählen, daß die Geſchwindigkeiten jedes verlangte Verhältniß haben. Soll P doppelt ſo geſchwind, als Q ankommen, ſo muß GP viermal ſo groß, als gQ genommen werden. Wenn die Bogen ſehr klein ſind, ſo verhalten ſich die Quadratwurzeln ihrer Queerſinus, d. i. die Quadratwurzeln aus GP und gQ, wie die Bogen ſelbſt, oder man kan alsdann die Geſchwindigkeiten durch die Bogen ſelbſt meſſen. Daher theilt man die Bogen, und hebt P durch 6 Theile, ſo wird ſich ſeine Geſchwindigkeit bey P durch die Zahl 6 ausdrücken laſſen. Dies erleichtert die Sache, iſt aber falſch bey größern Bogen.

Unten bey PQ erfolgt nun der Stoß, und nach demſelben gehen die Kugeln entweder mir einander fort, oder ſpringen nach entgegengeſetzten Seiten zurück. An dem getheilten Bogen APQa kan man ſehen, wie weit ſie dabey wieder ſteigen, und die ſenkrechte Höhe oder der Bogen dieſes Steigens giebt wieder ein leichtes Mittel, die Geſchwindigkeiten nach dem Stoße mit jenen vor dem Stoße zu vergleichen. Die Kreisbogen AP und QB müſſen eigentlich von einander getrennt ſeyn; jener iſt um C, dieſer um D beſchrieben, und man muß ſie bey PQ ſo weit aus einander ſtellen, als die Mittelpunkte der Kugeln entfernt ſind.

Man wird ſich nun leicht vorſtellen können, daß in der Ausübung noch vieles zur Bequemlichkeit und Sicherheit des ganzen Verfahrens angebracht, und willkührlich verändert werden kan. Sehr umſtändliche Beſchreibungen

ſolcher Percuſſionsmaſchinen mit dem ganzen Apparat geben s'Graveſande (Phyſices Elem. mathem. L. I. c. 23.) und Nollet (Leçons de phyſique To. I. Leç. 4. Sect. 3.). Des letztern Einrichtung iſt in Deutſchland ſehr gebräuchlich geworden; ſie erfordert aber wegen des großen Bogens AB einen anſehnlichen Raum.

Käſtner Anfangsgr. der höhern Mechanik. Göttingen, 1766. 8. S. 330 u. f.

Perigäum, ſ. Erdnähe.

Perihelium, ſ. Sonnennähe.

Periode, julianiſche, Periodus Juliana, *Periode Julienne.* Eine Periode überhaupt heißt in der Chronologie eine Reihe von Jahren, oder ein Zeitraum, nach deſſen Verlauf ebendieſelbe Begebenheit oder ebendaſſelbe Zeitmerkmal wiederkehrt. Die julianiſche Periode insbeſondere iſt eine Reihe von 7980 Jahren, nach deren Verlauf das julianiſche Jahr wieder einerley Zahlen im Sonnen- Mond- und Indictionscykel bekömmt, ſ. Cykel. Joſeph Scaliger hat ihren Gebrauch eingeführt, der auch in der That ſehr bequem zur Vergleichung der Zeitrechnungen verſchiedener Völker iſt, weil ſie einen ſo großen weit über das Alter der Völkergeſchichte hinausreichenden Zeitraum begreift, in welchem ſich doch jedes Jahr durch beſtimmte Merkmale unterſcheidet, indem in der ganzen Periode niemals zwey Jahre vorkommen, welche übereinſtimmende Zahlen in allen drey Cykeln hätten.

Der Sonnencykel beſteht aus 28, der Mondcykel aus 19, der Indictionscykel aus 15 Jahren. Das Product dieſer drey Zahlen giebt die Jahre der ganzen Periode 28. 19. 15 = 7980. Man fängt ſie mit dem Jahre an, wo Sonnencykel, güldene Zahl und Indiction = 1 waren. Die Rechnung zeigt, daß von dieſem erſten Jahre der Periode bis zum Anfange der chriſtlichen Zeitrechnung 4713 julianiſche Jahre müſſen angenommen werden, da ſich doch unſere ganze Zeitrechnung nicht viel über 4000 Jahre vor C. G. erſtreckt.

Wenn man von einem Jahre den Sonnencykel h, den Mondcykel oder die güldene Zahl g, und die Indiction f weiß, ſo berechne man die Formel

$$\frac{6916.\,f + 4200.\,g + 4845.\,h}{7980}$$

Der Reſt, den die angeſtellte Diviſion übrig läſt, iſt die Zahl des gegebnen Jahres in der julianiſchen Periode. So wird man z. B. finden, daß das erſte Jahr der chriſtlichen Zeitrechnung, das im Sonnencykel das zehnte, im Mondcykel das zweyte, im Indictionscykel das vierte war, in der julianiſchen Periode das 4714te geweſen ſey. Dieſe Auflöſung, die Jacob Bernoulli angegeben hat, beweißt Käſtner analytiſch. Wallis (Algebra cap. 104 in Opp. To. II. p. 450.) giebt noch eine andere Analyſis.

Wenn man alſo zu der Jahrzahl der chriſtlichen Zeitrechnung noch 4713 hinzuſetzt, ſo findet man die Jahrzahl in der julianiſchen Periode, in der z. B. das 1790ſte Jahr n. C. G. das 6503te iſt. Oder, wenn man die Jahrzahl vor C. G. von 4714 abzieht, ſo hat man die Jahrzahl der julianiſchen Periode. Der julianiſche Kalender z. B. ward 45 Jahr v. C. G. eingeführt, d. i. im 4669ſten Jahre der Periode.

So dient dieſe Periode zur allgemeinen Vergleichung aller Zeitrechnungen. Man bringt auf ihre Jahre alle Epochen derſelben. So iſt z. B. Rom nach des Varro Beſtimmung im 3961ſten Jahre der Periode erbaut, und Conſtantin der Große im 1059ſten Jahre der Erbauung Roms zur Regierung gekommen. Dieſes letzte Datum fällt alſo in das Jahr 3960 + 1059 = 5019 der Periode, d. i. 5019 — 4713 = 306 der chriſtlichen Zeitrechnung.

Käſtner Anfangsgr. der angewandten Math. 2te Abth. Götting. 1781. 8. Chronologie, §. 44 u. f.

Periodiſcher Monat, ſ. Monat.

Periodiſche Umlaufszeiten, ſ. Planeten.

Perioeci, ſ. Nebenwohner.

Periſcii, ſ. Umſchattichte.

Perſpectiv, Perſpectiva, *Perſpective.* Dieſen Namen führt die Lehre von den Projectionen der ins Auge fallenden Gegenſtände auf ebne durchſichtige Tafeln. Sie wird insgemein als ein Theil der angewandten Mathematik betrachtet, und zu den optiſchen Wiſſenſchaften gerechnet, ſ. Optik. Da ſie aber aus der Phyſik nichts weiter vorausſetzt, als daß das Licht nach geraden Linien fortgehe, und übrigens blos in der Auflöſung eines ſehr allgemeinen geometriſchen Problems beſteht, ſo kan ſie als eine unmittelbare praktiſche Anwendung der reinen Elementarmathematik angeſehen werden. Auch ihrer Abſicht nach iſt ſie mehr eine Kunſt, als eine Wiſſenſchaft, und was der Phyſiker etwa aus ihr brauchen kan, wird ihn die Optik mit etwas Anwendung der Geometrie in jedem Falle lehren. Sie gehört alſo nicht in dieſes Wörterbuch, und ich verweiſe wegen ihrer Geſchichte auf Lambert (Freye Perſpektiv, zweyte Ausg. Zürich, 1774. 8. II Th.) oder auf Herrn Klügels Auszug daraus in Prieſtley's Geſchichte der Optik (S. 75 u. f.)

Perſpectiv. Ein gemeiner Name des Fernrohrs, beſonders der kleinen Sorten deſſelben, die gemeiniglich nach Art der holländiſchen oder galileiſchen Fernröhre eingerichtet, und Taſchenperſpective genennt werden, ſ. Fernrohr.

Perſpectiv, magiſches, ſ. Zauberperſpectiv.

Perturbationen, Störungen des Planetenlaufs, Perturbationes motuum coeleſtium ſ. planetarum, *Perturbations des mouvemens céleſtes.* Die Abweichungen der Himmelskörper von ihrem regelmäßigen elliptiſchen Laufe, welche durch ihre wechſelſeitige Gravitation gegen einander hervorgebracht werden.

Man hat den Lauf der Himmelskörper von je her ſehr unregelmäßig gefunden, und die auffallendſten Abweichungen von der Gleichförmigkeit, welche innerhalb gewiſſer Perioden wachſen und wieder abnehmen, mit den Namen der

erſten, zweyten **Ungleichheit** u. ſ. w. belegt. Die Weltſyſteme, die man ſich ausdachte, hatten immer mit zur Abſicht, dieſe Ungleichheiten zu erklären, und das copernikaniſche Syſtem mit Keplers Theorie der elliptiſchen Planetenbahnen verbunden leiſtete hierinn mehr, als alles vorherige. Dennoch blieb, beſonders beym Mondlaufe, noch eine Menge ganz unerklärbarer Ungleichheiten übrig, und die neuern Beobachter haben deren noch mehr gefunden, die man damals gar nicht kannte.

Dieſe Ungleichheiten machten, daß die Angaben der Tafeln von dem wahren Himmelslaufe beſtändig abwichen, und was die Erklärung derſelben aus phyſiſchen Urſachen betraf, ſo blieb dieſe ein Labyrinth, aus dem kein Aſtronom den Ausgang finden konnte.

Endlich verbreitete **Newtons** Entdeckung der allgemeinen Schwere ein ganz unerwartetes Licht über dieſen Gegenſtand. Den Grundſätzen dieſes Syſtems zufolge iſt alle Materie gegeneinander, mithin der Planet nicht allein gegen die Sonne, ſondern auch gegen die übrigen Planeten, der Mond nicht nur gegen die Erde, ſondern auch ganz vorzüglich gegen die Sonne, ja auch gegen Venus und Jupiter ſchwer. Nun wird der regelmäßige Lauf in der elliptiſchen Bahn nach den kepleriſchen Geſetzen blos durch Gravitation gegen die Sonne, beym Monde blos durch Schwere gegen die Erde bewirkt: natürlich müſſen alſo Abweichungen von dieſen Geſetzen entſtehen, wenn noch andere Kräfte mitwirken. So hat man den Schlüſſel zu dieſem Räthſel, und zugleich die phyſiſche Urſache deſſelben.

Newton ſelbſt (Princip. L. III. prop. 21 ſqq.) erklärte und beſtimmte ſchon einen großen Theil dieſer Abweichungen. Alles beruht hiebey auf der ſogenannten **Aufgabe von drey Körpern**, welche die Geſetze unterſucht, nach welchen ſich drey gegenſeitig gravitirende Körper bewegen, wenn entweder 1. zween von ihnen um den dritten, oder 2. einer von ihnen um den zweyten und dieſe beyde zugleich um den dritten laufen. Newton konnte hierüber nur einzelne Beſtimmungen geben, weil die allgemeine Auflöſung ſehr feine und damals noch unentdeckte Kunſtgriffe der Infinite-

ſimalrechnung erfordert. Dennoch erklärte er ſchon die vornehmſten Abweichungen, z. B. den Rückgang der Knoten, das Vorrücken der Nachtgleichen, das Wanken der Erdaxe und die ſtärkſten Ungleichheiten des Mondlaufs aus der Gravitation ſo vollkommen, daß ſich jeder Kenner dieſer Gegenſtände überzeugt fühlen muſte.

Die Aufgabe von drey Körpern iſt zwar in der Folge durch **Clairaut**, **d'Alembert** und **Euler** aufgelöſet worden, deren zahlreiche Abhandlungen darüber ſich in den Schriften der pariſer, berliner und petersburgiſchen Akademien befinden; dieſe Auflöſungen aber ſind zum praktiſchen Gebrauch entweder gar nicht, oder doch nur als Näherungen anwendbar. Es ſind alſo hiezu noch eigne Methoden für jeden Körper, insbeſondere für den Mond, nöthig, deſſen Ungleichheiten wegen ſeiner Nähe am ſtärkſten in die Augen fallen. Von den Bemühungen der Aſtronomen um dieſe Mondstheorie, und den vortreflichen mayeriſchen Tafeln, ſ. **Mond**. Auch die Sonne zeigt Ungleichheiten ihres Laufs, theils weil ſie ſelbſt eine Bewegung um den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt des ganzen Syſtems macht, theils, weil die Erde, aus der man ſie betrachtet, durch ihre Gravitation gegen den Mond und die Planeten einen ungleichen Lauf erhält. So hat das Problem von drey Körpern auch auf die Sonnentafeln Einfluß, ſ. **Sonne**. Daß man den Lauf von Sonne und Mond nicht eher mit erträglicher Richtigkeit in Tafeln bringen konnte, als bis man dieſe Perturbationen mit in Betrachtung zog, iſt ein großer Triumph für Newtons Syſtem der Gravitation. Bey den Tafeln für die untern Planeten ſind auſſer der Verrückung der Apſiden und dem Rückgange der Knoten keine weitern Perturbationen in Betrachtung gezogen, weil die Wirkungen davon ſehr klein erſcheinen. Bey den obern Planeten aber, und im Laufe der Kometen zeigen ſie ſich deutlicher, ſ. **Kometen** (Th. II. S. 789.).

Man drückt beym Problem von drey Körpern die Gravitation des geſtörten Körpers gegen den ſtörenden, wenn beyder Entfernung = D, des ſtörenden Maſſe = M geſetzt

wird, durch $\frac{M}{D^2}$ aus, und zerlegt ſie nach zwo Richtungen, deren eine dem Radius vector des ſtörenden, die andere dem des geſtörten Körpers parallel iſt. Vom erſten Theile zieht man zuförderſt die Gravitation des Mittelpunkts der Kräfte gegen den ſtörenden Körper ab, weil gleiche und parallele Gravitationen ſich nicht ſtören, und die Perturbation nur mit dem Unterſchiede beyder erfolgt. Dieſer Unterſchied wird wiederum nach zwo Richtungen zerlegt, deren eine dem Radius vector des geſtörten Körpers parallel, die andere auf ihn ſenkrecht iſt. Der erſte Theil mit dem zweyten Theile der erſten Zerlegung verbunden, giebt die ganze perturbirende Kraft nach der Richtung des Radius vector, der letztere Theil die nach der ſenkrechten Richtung, wovon jene die Centralkraft ändert, dieſe hauptſächlich auf die Geſchwindigkeit wirkt. Dieſe Zerlegungen lehren auch, daß ſich die perturbirende Kraft nach dem Radius vector umgekehrt, wie der Würfel der Entfernungen beyder Körper verhalte.

Es iſt aber nicht genug, dieſe perturbirenden Kräfte für einen gewiſſen Zeitpunkt zu kennen; man muß auch wiſſen, wie viel durch ſie, nachdem ſie in einer unendlichen Menge ſolcher Zeitpunkte, d. i. eine gegebene Zeit hindurch, gewirkt und ſich dabey beſtändig geändert haben, Aenderung in der Ebne und Geſtalt der Bahn und in der Geſchwindigkeit des geſtörten Körpers hervorgebracht worden ſey; und noch mehr, man muß alles dieſes, wie es die Einrichtung der aſtronomiſchen Tafeln erfordert, in Minuten und Secunden ausdrücken können. Die unermeßlichen Rechnungen, welche hiezu erfordert werden, erlauben hier nicht mehr, als eine allgemeine Anzeige der durch ſie genauer beſtimmten Ungleichheiten.

Beym Monde entſtehen durch die ſtarke Einwirkung der Sonne drey ſtarke Ungleichheiten. Die Evection iſt eine Veränderung der Eccentricität der Mondbahn, welche am gröſten iſt, wenn die Axe der Bahn in die Linie der Voll- und Neumonde, und am kleinſten, wenn dieſelbe in

die Linie der Viertel fällt. Am ſinnlichſten kan man ſich dieſe Ungleichheit ſo vorſtellen, als ob die Ellipſe, die der Mond um die Erde beſchreibt, von der Sonne aus einander gezogen würde, wie die Waſſerkugel bey der Ebbe und Fluth in ein Sphäroid ausgezogen wird; daher dieſe Ellipſe länglicher und ſchmäler wird, wenn ſich ihre Axe gegen die Sonne kehrt, hingegen runder und dem Kreiſe ähnlicher, wenn die Axe gegen die Sonnenſtralen ſenkrecht ſteht. Dadurch kan der Ort des Monds bisweilen um 2 Grad verändert werden. Die **Variation** entſteht daraus, daß die Gravitation des Monds gegen die Sonne in der einen Helfte der Bahn ſeiner Geſchwindigkeit entgegen wirkt, in der andern aber, wenn er auf die Sonne zu geht, ſeiner Bewegung mehr beförderlich iſt. Die gröſten Wirkungen hievon äuſſern ſich in den Achteln, oder 45° vor und nach dem Neumonde. Die **jährliche Gleichung** endlich rührt daher, weil die Erde mit dem Monde der Sonne im Winter näher, als im Sommer, iſt; daher im Winter die Axe der Mondbahn etwas gröſſer wird, und der periodiſche Monat länger dauret, als im Sommer.

Die Apſidenlinien der Planetenbahnen rücken durch die Wirkung der Perturbationen jährlich nach der Ordnung der Zeichen fort, ſ. **Sonnenferne**, die Knotenlinien hingegen gehen zurück, ſ. **Knoten**. Die Axe der Mondbahn rückt in den Syzygien ſtark vorwärts, in den Vierteln ein wenig rückwärts; der Ueberſchuß des Vorrückens beträgt ſoviel, daß die Erdferne und Erdnähe ohngefähr in 9 Jahren um den ganzen Himmel herum kommen. Auch die Knoten des Monds gehen in 9 Jahren, aber in entgegengeſetzter Richtung um den Himmel. Die Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik iſt am gröſten, wenn die Knotenlinie durch die Viertel geht, am kleinſten, wenn ſie nach der Sonne gerichtet iſt.

Von einigen Störungen des Laufs der Erde ſ. **Vorrücken der Nachtgleichen, Wanken der Erdaxe.** Der Ort der Erde, oder der Sonne aus den Tafeln, muß nach den Wirkungen des Monds, der Venus und des Jupiters berichtiget werden. Die Perturbationen der obern

Planeten durch ihre gegenſeitige Einwirkung hat **Euler** (Piece qui a remporté le prix de l'Acad. roy. des Sc. en 1748. à Paris. 1749. 4.) berechnet.

de la Lande aſtron. Handbuch, Leipz. 1775. gr. 8. §. 1037 u. f.
Käſtner Anfangsgr. der Aſtron. Götting. 1781. 8. §. 284 u. f.

Petrefacten, Verſteinerungen, verſteinerte Körper, Petrefacta, Petrificata, *Petrifications.* Unter dieſem Namen verſteht man abgeſtorbene organiſirte Körper, welche durch eine günſtige Lage ihre Bildung ganz oder zum Theil behalten haben, aber mit fremden Erdarten durchdrungen und dadurch verhärtet ſind. Naturſpiele und figurirte Steine, die urſprünglich zum Mineralreiche gehören, verſchüttete Kunſtproducte u. dgl. ſind genau davon zu unterſcheiden.

Dieſe organiſirten Körper, die ihre Geſtalt in der Erde behalten haben, ſind von fünferley Art. Einige ſind blos calcinirt oder mürb und locker geworden, wie die Thierknochen, Geweihe, Conchylien ꝛc., die ſich in den Berghölen oder in lockern mergelartigen Erdlagern finden, und von manchen im engern Verſtande **Foſſilien** genannt werden. Andere, die **wahren** oder **vollkommnen Verſteinerungen**, welche die völlige Steinhärte erhalten haben, brechen in unzählbarer Menge im feſten Kalkſteine der Flözgebirge. Eine dritte Verſchiedenheit machen die **metalliſirten** oder mit erzhaltigem Stof durchzognen oder angeflognen Körper aus, z. B. die Conchylien und Fiſche mit Schwefelkies in den Thonſchiefern und lettigen Thonlagern. Viertens ſind die **Steinkerne** (nuclei) innere Abgüße aus Hölungen von Muſcheln und Schnecken, die ſich aus Steinmaſſe in der Schale geformt haben, wovon aber die Form verlohren gegangen iſt, wie die meiſten Ammoniten, Hyſterolithen u. dgl. Endlich beſtehen die **Spurenſteine** (typolithi) aus äuſſern Abdrücken der Oberfläche von Conchylien und Pflanzen, wie die Enkrinitenſtiele in Sandſteinen, die Pflanzenſchiefer u. ſ. w.

Da die Verſteinerungen in Abſicht auf die Geſchichte der Erde ſehr wichtig ſind, ſ. Berge, ſo will ich hier noch

einige dahin gehörige Bemerkungen mittheilen. Der Granit, Porphyr, die ſchwererdigen und bitterſalzerdigen Steine, die Edelſteine und der wahre Baſalt enthalten niemals eine Verſteinerung. Dagegen findet man die Petreſacten am häufigſten in den Kalkſteinen, Mergel, Thonſchiefer und Hornſtein; ingleichen durchzogne Conchylien und verſteinertes Holz, deren Maſſe chalcedon- und jaſpisartig iſt; Corallen und Blätterabdrücke im Sandſteine. Die Verſteinerungen werden von ungemeinen Höhen bis zu großen Tiefen gefunden; de Lüc traf Ammoniten in Faucigny 7844 Fuß über der Meeresfläche, und 2000 Fuß tief unter derſelben ſind in den Steinkohlengruben von Whitehaven in Cumberland Pflanzenſchiefer gegraben worden.

Unter den Thierknochen ſind die häufigſten vom Elephanten und Nashorn, beſonders in Sibirien. Vom erſtern werden die Eckzähne (ebur foſſile), wie friſches Elfenbein, verarbeitet. Aber auch in Deutſchland, bey Burg-Tonna im Gothaiſchen, in der Baumannshöle u. a. O. hat man dergleichen gefunden (Lettres ſur les os foſſiles d' eléphans et de rhinoceros, qui ſe trouvent en Allemagne. Darmſtadt, 1783. vom Kriegsr. Merk) ſo wie Bärenknochen in der Scharzfelder Höle und in der Gailenreuter am Fichtelberg (Eſpers Nachr. von neuentdeckten Zoolithen unbekannter vierf. Thiere. Nürnb. 1774. fol.). Unſere Vorfahren hielten ſie für Rieſenknochen. In Nordamerika am Ohio finden ſich Knochen einer jetzt unbekannten Elephantenart.

Von Fiſchen der ſüſſen Wäſſer enthalten Abdrücke die Mannsfelder Thonſchiefer und Oeninger Stinkſchiefer, von Seefiſchen die Glarner Thonſchiefer und Pappenheimer Kalkſchiefer, ſo wie die Veroneſer, wo Fortis und Spallanzani einige erkannt haben, deren Originale jetzt in der Südſee leben. Scheuchzers homo diluvii teſtis iſt ein verſteinerter Wels. Die ſogenannten Schlangenzungen (gloſſopetrae) ſcheinen Zähne vom Hayfiſche zu ſeyn.

Am reichhaltigſten iſt der Vorrath von Conchylien und Corallen. Von den meiſten Conchylien ſind die Originale unbekannt, oder finden ſich nur in ſehr entfernten Meeren.

Dahin gehört das ganze unüberſehliche Heer der Ammoniten von der Größe eines Wagenrads bis zur Kleinheit eines Nadelkopfs, und von ſehr verſchiedenen Arten; die Lenticuliten, Lituiten, Orthoceratiten, Belemniten, Dentaliten, die Doppelröhren im Heinberge bey Göttingen, die linksgewundenen Bucciniten am Ufer von Harwich, die Strombiten mit doppelten Gewinden. Die weſtindiſche Trödelſchnecke findet ſich in den Turiner Gebirgen (de Lúc Briefe über die Geſchichte der Erde, XXXIX. Brief). Die ſonſt ſo räthſelhaften Echiniten oder Judenſteine ſind die Stacheln einer unbekannten Art von Seeigeln. Die Enkriniten und Pentakriniten ſcheinen der Seepalme ähnlich. Von Flußconchylien hat de Lúc auf der Saleve bey Genf zwo merkwürdige Bivalven entdeckt, die de Sauſſüre (Voyages dans les Alpes. Vol. I. Tab. 2.) abbildet. Kleine Flußſchnecken finden ſich in Menge, unter andern bey Burg-Tonna in einerley Mergelſchicht mit den Elephantenknochen.

Aus dem Pflanzenreiche finden ſich in den ſchwarzen Pflanzenſchiefern vorzüglich häufig die Farrenkräuter und große theils äſtige theils ſchuppige Abdrücke von Blättern oder Rinden noch unbekannter Pflanzen. Die Hölzer (ligna foſſilia) ſind entweder Holzkohlen, und noch völlig brennbar, wie denn überhaupt alle Steinkohlenlager vegetabiliſchen Urſprungs zu ſeyn ſcheinen, oder metalliſirt, und nur inwendig verkohlt, oder endlich vollkommen verſteinerte Hölzer (lithoxyla), wovon die Herren de Lúc in ihrem Cabinet zu Genf ein Stück beſitzen, das an einem Ende achatiſirt, am andern noch brennbar iſt (de Lúc XVIII. Brief).

In Rückſicht auf die Geſchichte der Erde kan man die Verſteinerungen auf zwo Claſſen bringen, deren erſte die Ueberbleibſel unbekannter Originale der Vorwelt enthält, welche mehrentheils in den Flözgebirgen in der ungeſtörteſten ruhigen Lage gefunden werden, wie die Ammoniten, Orthoceratiten, Belemniten u. ſ. w. und faſt lauter Seethiere ſind. Die zwote Claſſe begreift die von bekannten Originalen, und theilt ſich wieder in ſolche, deren Originale nur in weit entfernten Erdſtrichen angetroffen werden, worunter

häufig Landthiere vorkommen, z. B. die Elephantenknochen in den Nordländern, die Knochen vom nordiſchen Polarbäre in Deutſchland; und ſolche, deren Originale noch in der gleichen Gegend vorhanden ſind.

Von den Folgen, die ſich hieraus auf die Bildung der Erde und der Berge ziehen laſſen, ſ. die Worte: **Erdkugel** (Th. II. S. 67 u. f.) und **Berge** (Th. I. S. 308 u. f.).

Anleitung zur Petrefactenkunde geben auſſer den Handbüchern der Naturgeſchichte, **Bourguet** (Traité des petrifications. à Paris. 1742. 4. ib. 1772. 8.) und **Walch** (Naturgeſchichte der Verſteinerungen, Nürnberg, 1768 u. f. IV. B. in fol.). Bemerkungen über die Art ihrer Entſtehung findet man bey dem Worte **Verſteinerung**.

Blumenbach Handbuch der Naturgeſchichte, dritte Aufl. Göttingen, 1788. 8. S. 656 u. f.

Pflanzen, Vegetabilien, Gewächſe, Vegetabilia, Corpora regni vegetabilis, Plantae, *Végétaux, Plantes.* Diejenigen organiſchen Körper, welchen zwar Leben, aber keine Empfindung und willkührliche Bewegung zukömmt, machen unter dem Namen der **Gewächſe** oder **Pflanzen** ein eignes Naturreich aus, ſ. **Naturgeſchichte, Organiſche Körper.** Sie haben einen ſehr verſchiedenen Bau, und vielleicht nur das einzige mit einander gemein, daß ſie ihre Nahrung, die aus Waſſer mit ſalzigen, phlogiſtiſchen und erdigten Theilen beſteht, durch eine **Wurzel** einſaugen.

Man findet bey ihnen keinen Kreislauf des Safts, der jedoch in jeder Pflanze auf die ihr eigne Art verändert und ihr aſſimilirt wird. Dieſe Bereitung des Safts iſt ſogar in verſchiedenen Theilen ebendeſſelben Gewächſes verſchieden. Bey manchen verlängert ſich die Wurzel in einen **Stamm, Stengel** oder **Halm**, der ſich wieder in **Aeſte** und **Zweige** vertheilt, an welchen die **Blätter** ſitzen. Bey andern vertheilt ſich die Wurzel gleich an der Erde in Blätter. Alle dieſe Theile haben einerley Bau, ſelbſt das Blatt; man findet daran eine Oberhaut, eine Rinde, einen holzigen Theil, und in der Mitte das Mark. Dieſe Theile dienen zur Er-

nährung und zum Wachsthum: in den kältern Himmelsſtrichen hört die Bewegung des Safts im Winter auf, die Blätter fallen ab, und die Pflanze ſchläft: einige ſchlafen auch täglich zu gewiſſen Stunden. Gewiſſe Pflanzen zeigen Reizbarkeit, wenn ſie berührt werden, oder andere Bewegungen, aber nie willkührliche.

Die Fortpflanzung der Körper des Gewächsreichs geſchieht entweder durch Einſtecken, Ablegen und Abſenken der Zweige, oder durch Einpropfen und Einlegen der Augen und Zwiebeln, oder am gewöhnlichſten mittelſt der **Blüthe**, in welcher ſich bey allen Pflanzen die **Staubwege** (piſtilla) und **Staubfäden** (ſtamina), als Geſchlechtstheile, befinden. Der Staubweg enthält in den Fruchtknoten die noch unbefruchteten Saamenkörner; die Staubfäden tragen einen mit dem Blumenſtaube überzognen Staubbeutel. Wenn der Blumenſtaub in die Narbe des Staubwegs fällt, ſo dringt ſein feinerer Theil bis in den Fruchtknoten und befruchtet die Saamenkörner. Bey den meiſten Gewächſen fallen alsdann die übrigen Theile der Blüthe ab, der Fruchtknoten aber ſchwillt auf, und reift zu einer **Frucht**, in welcher die Saamenkörner, oft in erſtaunlicher Menge, eingeſchloſſen ſind. Dieſe Saamenkörner treiben in der Erde neue Wurzelfäſergen und Blattkeime, und keimen dadurch zu einer neuen Pflanze von der nemlichen Art auf. Bey den eigentlichen Mooſen iſt die Art der Fortpflanzung und die Geſtalt der Befruchtungstheile nach Herrn **D. Hedwigs** Entdeckung der gewöhnlichen ſehr ähnlich, bey den Aftermooſen hingegen, ſo wie bey den Pilzen, Trüffeln u. a. noch ſehr räthſelhaft und zu wenig unterſucht.

Das Alter der Pflanzen iſt ſehr verſchieden; die Eiche dauert Jahrtauſende, da ſich hingegen einige Arten des Schimmels nur wenige Stunden erhalten. Ueberhaupt aber werden die Pflanzen in **perennirende** und **Sommergewächſe** abgetheilt, welche letztern mit dem Ende ihres erſten Sommers abſterben.

Linné hat die zahlloſe Menge der Körper des Gewächsreichs ſehr glücklich nach einem Sexualſyſtem geordnet, das ſeitdem von den meiſten Naturkundigen angenommen wird.

Nach dieſem Syſtem wird die Kräuterkunde oder **Botanik** unter andern von **Schinz** (Erſter Grundriß der Kräuterwiſſenſchaft, Zürich, 1775. fol.) und **Suckow** (Anfangsgründe der theoretiſchen und angewandten Botanik. Leipzig, 1786. II Th. 8.) vorgetragen.

Die Phyſiologie der Gewächſe iſt von **Nehemiah Grew** (Anatomy of plants. Lond. 1682. fol.), **Malpighi** (Anatome plantarum. Lond. 1675. fol.), **Hales** (Vegetable ſtatiks. London 1738. 8) und **Duhamel** (Phyſique des arbres. Paris, 1778. II. Vol. 4.) unterſucht und vorgetragen worden.

Die chymiſche Zerlegung der Pflanzen zeigt uns in denſelben verſchiedene Stoffe, welche dem Gewächsreiche ganz eigen zu ſeyn, und von der Natur blos in demſelben bereitet zu werden ſcheinen. Ein vorzüglicher Beſtandtheil aller Pflanzen und ihrer Theile iſt der **Schleim** oder das **Gummi**, das ſich im Waſſer auflöſet, ausgetrocknet aber hart und durchſichtig iſt. Der **harzichte Beſtandtheil**, der ſich im Oel und Weingeiſt auflöſet, ſ. **Harze**, iſt bisweilen mit dem Schleime als ein Gummiharz vermiſcht. Das **Mehl**, das ſich in den Saamen, Wurzeln und andern Theilen gewiſſer Pflanzen findet, hat, wenn ſeine Beſtandtheile durch die Gährung gehörig verändert und verbunden ſind, eine vorzüglich nährende Kraft für den thieriſchen Körper. Die weſentlichen **Salze** der Pflanzen laſſen ſich ziemlich auf eine einzige vegetabiliſche Säure bringen, die mit einem vegetabiliſch-alkaliſchen Grundtheile Neutralſalze, z. B. den Weinſtein, das Sauerkleeſalz u. ſ. w. bildet. Die **Zucker** oder ſüſſen Salze beſtehen aus eben dieſer ſehr concentrirten Säure, die aber durch Phlogiſton umwickelt und abgeſtumpft iſt. Der **zuſammenziehende Stof**, der die Auflöſungen des Eiſens in Säuren ſchwarz niederſchlägt, und auf die thieriſche Faſer eine adſtringirende Wirkung äuſſert, findet ſich am reinſten in den Galläpfeln. Von den **Oelen**, die ebenfalls dem Pflanzenreiche ganz eigen zu ſeyn ſcheinen, handlet ein beſonderer Artikel. Endlich enthalten auch noch einige Pflanzen den **Kampher**, eine weiße, feſte durchſichtige Materie, von ſtarkem Geruch und Geſchmack,

die in gelinder Wärme ſchmelzt, im Waſſer nicht, wohl aber in Oelen und Weingeiſt auflöslich iſt, ſich ſehr leicht entzündet, und mit vielem Rauch und Ruß ohne Rückſtand verbrennt, ingleichen einen ätzenden Stof, deſſen Natur noch nicht genug bekannt iſt.

Durch gelinde Wirkung des Feuers werden die Körper des Pflanzenreichs gedörrt, durch ſtärkere erzeugen ſich brenzlichte Oele, ſ. Oele; durch Verbrennung im Freyen zerſetzt ſich der ganze Körper, und es bleibt nur die Kohle zurück, ſ. Kohle. Die Theile, welche hiebey Flamme, Rauch und Ruß bilden, kan man durch trokne Deſtillation beſonders darſtellen. Sie beſtehen aus einer großen Menge brennbarer Luft, einer ſauren oder flüchtig alkaliſchen Flüßigkeit, und dem erſt bey der Zerlegung entſtandnen empyreumatiſchen Oele. Die Aſche der Pflanzen enthält noch viel Salztheile, vorzüglich das Gewächslaugenſalz, ſ. Laugenſalze.

Auch ſind faſt alle Körper des Pflanzenreichs der Gährung fähig, ſ. Gährung.

Nach den wichtigen Entdeckungen des Herrn Ingenhouß geben die Pflanzen aus ihren Stengeln und Blättern im Sonnenſcheine und bey heitern Tagen dephlogiſtiſirte Luft, ſ. Gas, atmoſphäriſches, und tragen dadurch ſehr viel zur Reinigung der Atmoſphäre bey.

Blumenbach Handbuch der Naturgeſchichte, 3te Aufl. Zweyter Abſchnitt: Vom Pflanzenreich.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der Chemie, I Th. Halle, 1787. gr. 8. Dritter Abſchnitt.

Pfund, Libra, *Livre*. Das Pfund iſt eine zu Beſtimmung der Gewichte angenommene Größe, aus deren Zuſammenſetzungen und Eintheilungen alle übrigen Maaße des Gewichts entſpringen. Das Willkührliche hiebey hat große Verſchiedenheit in den Beſtimmungen der Gewichte veranlaſſet; wovon hier einiges beygebracht werden muß, da bey phyſikaliſchen Gegenſtänden ſo oft Angaben der Gewichte vorkommen.

Das köllniſche Markgewicht nimmt ein Pfund an, welches ohngefähr den 65ſten Theil von dem Gewichte eines rheinländiſchen Cubikſchuhs Waſſer ausmacht, ſ. Waſſer. Dieſes Pfund wird in 2 Mark, die Mark in 8 Unzen, die Unze in 2 Loth, das Loth in 4 Quentchen, das Quentchen in 4 Pfenniggewichte eingetheilt. Der 256ſte Theil des Pfenniggewichts heißt ein Richtpfennigstheil, deren alſo auf die Mark 65536 gehen, und die ſehr bequem ſind, verſchiedene Gewichte mit einander zu vergleichen. Ein As nach dieſem Gewichte iſt der 19te Theil des Pfenniggewichts oder $13\frac{9}{19}$ Richtpf.

Das deutſche Apotheker- oder Medicinalgewicht, welches in ganz Deutſchland einerley iſt, und in der Phyſik und Chymie am häufigſten vorkömmt, legt eine Unze zum Grunde, welche etwas ſchwerer, als die Unze des köllniſchen Markgewichts iſt. Sie verhält ſich nemlich zu letzterer, wie

66949 : 65536,

indem acht Unzen Medicinalgewicht 66949 Richtpf. wiegen.

Zwölf ſolche Unzen machen ein Pfund. Die Unze wird in 8 Drachmen, die Drachme in 3 Skrupel, der Skrupel in 20 Gran getheilt. Demnach iſt

1 Unze Medicinalgewicht = $8368\frac{5}{8}$ Richtpf.
1 Gran . . . . . . = 17,4346 - -

Beym gemeinen, bürgerlichen oder Kramer-Gewichte werden 16 ſolche Unzen auf ein Pfund zuſammengenommen, und man theilt demnach das Pfund in 32 Loth, das Loth in 4 Quentchen ein. Dieſe Pfunde aber ſind faſt aller Orten ungleich. Vergleichungen derſelben und Nachrichten von der Eintheilung der Gewichte in mehrern Ländern findet man im Schoap (Europäiſche Gewichts- und Ellen-Vergleichung, Nürnberg, 1722. fol.), Cruſens Hamburgiſchen Contoriſten, Schlüter (Unterricht von Hüttenwerken, Braunſchw. 1738. fol.), v. Clausberg (Demonſtrative Rechenkunſt, Leipzig, 1752. 8. S. 1102.), Franz C. L. Karſten (Rechenkunſt, Büzow u. Wismar, 1775. 8. S. 202.). Das leipziger Pfund giebt von Clausberg genau dem köllniſchen gleich.

In phyſikaliſchen Beſtimmungen pflegt man, um von den Ausdrücken des gemeinen Lebens nicht allzuweit abzugehen, auch beym Medicinalgewichte Pfunde von 16 Unzen anzunehmen, die ſich alsdann zum köllniſchen Pfunde ebenfalls, wie 66949 : 65536 verhalten. Solcher Pfunde wiegt der rheinländiſche Cubikfuß Waſſer nur 64 und etwas darüber, ſ. **Waſſer**. Das köllniſche Pfund hält nach dieſem Verhältniße $7517\frac{1}{2}$ Gran Medicinalgewicht. **Wolf** (Nützl. Verſuche Th. I. §. 2.), der die Gewichte auf eben dieſe Art angiebt, bemerkt dabey, das Pfund Kremergewicht halte 7496 Gran. Sein Pfund ſcheint alſo $21\frac{1}{2}$ Gran leichter geweſen zu ſeyn, als das köllniſche.

Das franzöſiſche **Troysgewicht** hat eine **Mark** von 68729 (nach Cruſe von 68634) Richtpfth. Man theilt dieſe in 8 **Unzen**, die Unze in 8 **Gros**, den Gros in 3 **Deniers**, den Denier in 24 **Grains**. Solchergeſtalt hat die Unze $8591\frac{1}{8}$ (nach Cruſe $8579\frac{1}{4}$) Richtpf.

Im engliſchen **Troygewichte** hat ein **Pfund** von 104688 Richtpf. 12 Ounces, eine Ounce 20 Pennyweights, ein Pennyweight 24 Grains, ein Grain 20 Mites. Im holländiſchen die **Mark** von 68985 Richtpf. 8 **Oncen**, die Once 20 **Engels**, ein Engel 32 Aaſen.

Das ſchwediſche Medicinalpfund iſt um 1 Skrupel $18\frac{76}{101}$ Gran leichter, als das deutſche von 12 Unzen.

Käſtner Fortſetzung der Rechenkunſt, Göttingen, 1786. 8. Cap. XII. S. 455 u. f.

Gren ſyſt. Handbuch der Chymie I Th. §. 179 u. f.

Phaſen, Lichtgeſtalten, Lichtabwechſelungen, Phaſes, Apparitiones planetarum, *Phaſes*. Dieſen Namen führen die veränderlichen Geſtalten der Planeten, welche von ihrer verſchiedenen Beleuchtung durch die Sonne herrühren. Sie zeigen ſich nemlich nur dann ganz rund, wenn ſie uns eben die Helfte zukehren, welche von der Sonne erleuchtet wird: in andern Stellungen ſehen wir dieſe Helfte nur zum Theil, oder gar nicht, und es entſteht daraus die Folge, daß der Planet bald rund, bald oval, wie eine halbe Scheibe, ſichelförmig, oder wie ein völlig dunk-

ler Fleck geſehen wird. Von den Phaſen des Monds iſt unter dem Worte **Mondphaſen** ausführlicher gehandlet worden.

Bey der **Venus** und dem **Merkur** hat man dieſe Phaſen freylich erſt ſeit Erfindung der Fernröhre wahrnehmen können. Sie gehörten aber mit zu den erſten Entdeckungen, die **Galilei** im Nuncio ſidereo 1610 bekannt machte. **Hevel** (Selenographiae Prolegom. p. 58 ſq.) hat ſehr genaue Abzeichnungen von ihnen gegeben. Wenn die genannten Planeten in ihrer obern Conjunction mit der Sonne ſtehen, ſo wenden ſie ihre erleuchtete Seite ganz gegen uns, und wir ſehen ſie, als runde Scheiben. Sie werden hierauf des Abends ſichtbar, und fangen an, uns etwas von ihrer dunkeln Seite zu zeigen, bis ſie in ihrer gröſten Ausweichung von der Sonne, als halbe Scheiben, wie der Mond in den Vierteln (dichotomi), erſcheinen. Von hier aus nähern ſie ſich der Sonne wieder, nehmen an Lichte noch mehr ab, und werden ſichelſörmig, aber im Durchmeſſer ſehr groß, weil ſie jetzt zwiſchen der Sonne und der Erde hindurchgehen. Dabey iſt ihr heller Theil immer gegen Abend, oder der Sonne zugekehrt. In der untern Conjunction ſelbſt ſind ſie ganz dunkel, und gehen, wenn ihr Lauf die Sonnenſcheibe trift, als ſchwarze Flecken vor derſelben vorüber, ſ. **Durchgänge**. Nunmehr treten ſie auf die Abendſeite der Sonne, werden des Morgens ſichtbar, und erſcheinen wieder ſichelſörmig, doch ſo, daß nun der helle Theil morgenwärts gekehrt iſt. Sie nehmen an Lichte immer zu, aber am Durchmeſſer ab. In der gröſten Ausweichung von der Sonne ſieht man ſie wieder, als halbe Scheiben. Von hieraus gehen ſie langſam zur Sonne zurück, und erhalten immer mehr Rundung, bis ſie endlich gegen die Zeit ihrer obern Conjunction wieder voll erſcheinen. Dieſe Phaſen ſind allezeit ſo, wie ſie aus den gegebnen Stellungen des Planeten, der Sonne, und der Erde folgen. Sie laſſen ſich daher leicht im voraus angeben. Die wiener Ephemeriden, und Herrn **Bode** Jahrbuch geben die Lichtgeſtalten der Venus von Monat zu Monat an.

Die obern Planeten, deren Bahnen die Erdbahn umſchließen, werden von der im Mittel ſtehenden Sonne immer von eben der Seite her erleuchtet, von der ſie die Erde ſieht. Sie können alſo nie in Vierteln, ſichelförmig oder dunkel geſehen werden. Nur, wenn ſie 90 Grad von der Sonne abſtehen, kan der Erde ein kleiner Theil ihrer dunkeln Helfte ſichtbar werden. Beym Mars ſehen wir auch in dieſen Stellungen die Scheibe nicht völlig rund; beym Jupiter, Saturn und Uranus aber iſt wegen ihres großen Abſtands an keine Wahrnehmung von Phaſen zu gedenken.

Die Phaſen der Planeten zeigen, daß ſie dunkle Körper ſind, die, wie die Erde, blos von der Sonne erleuchtet werden. Daher war ihre Entdeckung eine ſo große Beſtätigung des copernikaniſchen Syſtems.

Saturns Erſcheinungen mit und ohne Ring, ſ. Saturnsring, werden bisweilen auch Phaſen dieſes Planeten genannt.

Phänomene, Erſcheinungen, Naturbegebenheiten, Phaenomena, Apparentiae, *Phénomenes*. Der allgemeine Name **Phänomen** oder **Erſcheinung** begreift alles in ſich, was wir durch unſere Sinne wahrnehmen. Betrift dies einen Körper, oder iſt es ein Phänomen der Körperwelt, ſo gehört es zu den Gegenſtänden der Naturlehre, welche ſich mit der Erklärung dieſer Phänomene beſchäftiget. Wahrgenommene **Veränderungen** in der Körperwelt heiſſen insbeſondere **Naturbegebenheiten**. Der allgemeinere Name aber iſt vorzüglich bequem, weil er immer daran erinnert, daß das Wahrgenommene nur Schein iſt, und ſich vielleicht in der That ganz anders verhält, als wir es zu ſehen glauben. Die Stellung der bekannten ſieben Sterne im großen Bär iſt ein Phänomen; ihre tägliche Umdrehung um den Pol, oder der Auf- und Untergang der Geſtirne ebenfalls: den letztern könnte man auch eine Naturbegebenheit nennen, weil Veränderung dabey wahrgenommen wird; behält man aber das Wort Phänomen, ſo drückt ſchon der Name aus, daß beydes nur Schein ſey.

Die Phänomene ſind alſo das Reſultat unſerer Erfahrung, der Beobachtungen und Verſuche. Sie zu ſammlen, zu ordnen und zu erzählen, iſt eigentlich, wenn man ſtreng eintheilen will, das Geſchäft der Naturgeſchichte, im weitläuftigſten Sinne dieſes Worts, ſ. Naturgeſchichte. Da man aber dieſe Wiſſenſchaft insgemein nur auf die Betrachtung der beſondern natürlichen Körper der drey Reiche einſchränkt, ſo bleibt eine ſehr große Menge von Phänomenen ganz allein der Naturlehre überlaſſen, welche ſich aber nicht blos mit Sammlung, Erzählung und Ordnung der Erfahrungen, ſondern vornehmlich auch mit **Erklärung** der Phänomene beſchäftiget.

Eine Erſcheinung **erklären**, heißt, ihre Verhältniße zu den Dingen, die auf ſie wirken, finden. Ein Phänomen, das gar keine bekannten Verhältniße zu andern Dingen hätte, würde **unerklärlich** ſeyn. Eine vollſtändige Erklärung müßte alle Verhältniße angeben, in welchen die Erſcheinung mit den Urſachen ihres Daſeyns, ihrer Erhaltung und ihrer Veränderungen ſtehet.

Dieſe vollſtändigen Erklärungen der Phänomene aus den Urſachen ſind nun zwar das große Ziel, nach welchem der Phyſiker, als Ausleger der Natur, ſtrebet; aber es iſt ihm nicht immer möglich, daſſelbe zu erreichen. Die Urſachen der Dinge bilden ununterbrochne Reihen von Gliedern, welche ſtufenweis von den nächſten Urſachen der Erſcheinungen zu entferntern fortführen, endlich aber alle in eine erſte allgemeine Urſache, in die Wirkung der Gottheit, zuſammen laufen. Dieſe erſte Urſache liegt auſſer den Grenzen der Körperwelt, und der Menſch wird nie begreifen und überſehen, wie die Gottheit, als ein unendlicher Geiſt, auf die Körper wirke.

Schon dieſe Betrachtung zeigt, daß es in der Reihe der Urſachen Glieder gebe, bey welchen der Erklärer ſtill ſtehen muß, ohne darum zu wiſſen, wie weit er noch vom erſten, an ſich unerreichbaren Gliede, entfernt ſey. Die ſcholaſtiſchen Phyſiker ſprangen in ſolchen Fällen auf einmal zum erſten Gliede über, indem ſie Erſcheinungen, die ſie nicht weiter zu erklären wußten, geradehin dem Willen der

Gottheit oder, nach einem gleichbedeutenden bildlichen Ausdrucke, den Neigungen und Trieben der Natur zuſchrieben. Dies heißt die Kette abſchneiden, nicht entwickeln. Man muß vielmehr in ſolchen Fällen ſeine Unwiſſenheit beſcheiden geſtehen, und bey weitern Vermuthungen über die Urſachen die Regeln nicht vergeſſen, von welchen bey dem Worte *Hypotheſen* geredet worden iſt.

Sehr oft kan man von einem Phänomen oder einer Naturbegebenheit die Urſachen durch viele Glieder der Kette zurück verfolgen. Die Erklärung iſt deſto ſchöner und vollſtändiger, je weiter dies möglich iſt. Endlich aber kömmt man gewiß auf ein Glied, wo die Erklärung hypothetiſch bleiben muß, und keine Angabe einer gewiſſen Urſache mehr verſtattet. Bey dieſem Gliede iſt es allemal ſehr rathſam aufzuhören, wenn man nicht Träume für Wahrheit erhaſchen will.

Aber bey unzählbaren Phänomenen iſt ſchon der erſte Schritt, oder die Angabe der nächſten Urſache, nicht anders, als durch Hypotheſen, möglich. Dies iſt gemeiniglich der Fall bey ſehr allgemeinen Phänomenen, die ſchon eine Menge einzelner individueller Erſcheinungen in ſich begreifen, z. B. bey der Bewegung, Gravitation, Elektricität, Magnetiſmus; ingleichen bey verwickelten Naturbegebenheiten, die aus mehrern Urſachen zugleich entſtehen, z. B. den Witterungen, Winden, Barometerveränderungen u. ſ. w. Was nun die *allgemeinen Phänomene* betrift, ſo iſt die Unterſuchung ihrer Geſetze immer weit lehrreicher und für praktiſche Endzwecke wichtiger, als die Aufſuchung der Urſachen, ſ. *Naturgeſetze*. Ich habe daher in dieſem Wörterbuche immer mehr von den Geſetzen, als von den Urſachen, geredet, und über die letztern nur Meinungen der beſten Denker angeführt. Bey den *verwickelten Wirkungen* aber iſt es allerdings nöthig, durch vervielfältigte Beobachtung, Ausmeſſung und Vergleichung den Urſachen nachzuſpüren, welche man hiebey wohl noch zu finden Hofnung hat, weil man vom letzten Gliede der Kette noch ziemlich entfernt iſt.

So lang ſich noch Urſachen der Erſcheinungen angeben laſſen, ſind dieſe immer ſelbſt wieder Erſcheinungen, und ſo geht die Reihe bis zu einem gewiſſen allgemeinen Phänomen fort, deſſen Urſache nicht mehr bekannt iſt. Dieſe allgemeinen Phänomene oder generaliſirten Erfahrungen ſind die **Naturgeſeze**. Mithin beſtehen die phyſikaliſchen Erklärungen eigentlich darinn, daß man die Phänomene aus den Naturgeſetzen herleitet, unter welchen ſie als einzelne Fälle enthalten ſind, oder daß man verwickelte Erſcheinungen aus den mehrern Naturgeſetzen begreiflich macht, aus deren Verbindung ſie herkommen. Enthält man ſich hiebey aller Speculation über die Naturgeſetze ſelbſt, welche nur Erfahrungsſätze ſind, und über die weitern Urſachen der Dinge nichts lehren ſollen, ſo entſteht hieraus eine ziemlich ſichere und richtige Kenntniß der Natur, die ſich ganz auf Erfahrung und Induction gründet, ſo wie wir ſie ſeit **Bacons** und **Newtons** Zeiten haben. Sie iſt zwar von eingeſchränkterm Umfange, als die alles erklärende Phyſik der Alten und des **Descartes**, und hält ſich in einer beſcheidnern Entfernung von der erſten Urſache der Welt; allein ſie iſt in dieſer engern Sphäre unendlich reichhaltiger an Wahrheit und nützlicher Belehrung.

Es wird nicht überflüßig ſeyn, dieſen Bemerkungen die vortreflichen Regeln beyzufügen, welche **Newton** (Philoſ. natur. principia. Lib. III.) für die Erklärungen der Phänomene aus den Urſachen vorſchreibt. Ich überſetze die ganze Stelle wörtlich.

„1. **Man muß nicht mehr Urſachen zulaſſen, als durch Erfahrung erwieſen, und zur Erklärung der Phänomene nöthig ſind.** Die Natur thut nichts vergeblich: es wäre aber vergeblich, durch mehr Urſachen zu bewirken, was durch eine erreicht werden kan. Die Natur iſt einfach, und verſchwendet nichts überflüßig.

2. **Alſo müſſen gleichartige Wirkungen, ſoviel möglich, einerley Urſache zugeſchrieben werden**, z. B. das Athmen beym Menſchen und bey Thieren, der Fall ſchwerer Körper in Europa und in Amerika, das Licht beym Küchenfeuer und bey der Sonne, die Zu-

rückwerſung des Lichts von der Erde und von den Planeten.

3. **Eigenſchaften der Körper, welche nicht größer oder kleiner werden können, und ſich an allen Körpern finden, mit denen man Verſuche anſtellen kan, ſind für allgemeine Eigenſchaften aller Körper zu halten.** Man erfährt doch die Eigenſchaften der Körper nur durch Verſuche, und muß alſo die für allgemein halten, die ſich bey den Verſuchen allgemein zeigen; und was nicht kleiner werden kan, kan auch nicht ganz wegfallen. Wenigſtens darf man nicht ohne Grund und den Verſuchen zuwider Träume erdichten, oder von der Analogie der Natur abgehen, die ſo einfach und ſich immer ſo gleich bleibt. Die Ausdehnung der Körper, die nur durch die Sinne bekannt wird, kan nicht bey allen Körpern gefühlt werden; aber weil ſie allen fühlbaren zukömmt, wird ſie allen überhaupt zugeſchrieben. Viele Körper zeigen ſich durch die Erfahrung hart. Die Härte des Ganzen aber entſteht aus der Härte der Theile, und wir ſchließen daraus richtig, daß die letzten Theilchen nicht nur bey den Körpern, die wir fühlen, ſondern auch bey allen andern, hart ſind. Daß alle Körper undurchdringlich ſind, folgern wir nicht aus Vernunftſchlüßen, ſondern aus dem Gefühl. Wir finden die undurchdringlich, die wir behandlen, und ſchließen daraus, die Undurchdringlichkeit ſey eine Eigenſchaft aller Körper. Daß alle Körper beweglich ſind, und ihrer Trägheit gemäß in Bewegung und Ruhe beharren, ſchließen wir aus dem Daſeyn dieſer Eigenſchaften an den geſehenen Körpern. Die Ausdehnung, Härte, Undurchbringlichkeit, Beweglichkeit und Trägheit des Ganzen entſteht aus der Ausdehnung, Härte u. ſ. w. der Theile; wir folgern hieraus, daß alle kleinſte Theile aller Körper ausgedehnt, hart, undurchdringlich, beweglich und träg ſind. Dies ſind die Gründe der ganzen Phyſik. Weiter wiſſen wir aus den Phänomenen, daß abgeſonderte und ſich berührende Theile der Körper von einander getrennt werden können, und die Mathematik erweiſet, daß auch die letzten Theile wenigſtens im Verſtande noch in kleinere zerlegt werden können. Ob nun

aber dieſe zerlegten und im Körper ungetrennten Theile durch natürliche Kräfte getrennt werden können, iſt ungewiß. Wüßten wir nur aus einem einzigen Beyſpiele, daß ein ſolcher Atom beym Zerbrechen eines harten Körpers mit zertheilt worden wäre, ſo würden wir nach der obigen Regel ſchließen, daß man nicht blos die gröbern Theile trennen, ſondern auch die letzten bis ins Unendliche theilen könne.

Wenn endlich Verſuche und aſtronomiſche Beobachtungen allgemein beſtätigen, daß alle Körper auf der Erdfläche gegen die Erde, jeder nach der Menge ſeiner Materie, ſchwer ſind, daß der Mond gegen die Erde, gleichfalls nach der Menge ſeiner Materie, daß unſer Meer hinwiederum gegen den Mond und alle Planeten gegen einander ſchwer ſind, uud daß die Kometen eine ähnliche Schwere gegen die Sonne haben; ſo wird man dieſer Regel zufolge ſagen müſſen, daß alle Körper gegen einander gravitiren. Der Schluß aus den Phänomenen von der allgemeinen Schwere wird ſogar noch ſtärker ſeyn, als der Schluß auf die Undurchdringlichkeit der Körper, von der wir bey den Himmelskörpern weder Verſuche noch Beobachtungen haben. Dennoch behaupte ich nicht, daß die Schwere den Körpern weſentlich ſey. Zum Weſen der Körper rechne ich von Kräften nichts, als die Trägheit. Dieſe iſt unveränderlich. Die Schwere nimmt ab, bey größern Entfernung von der Erde.

4. **In der Experimentalnaturlehre müſſen die aus Induction geſchloßnen Sätze, wenn ihnen auch Hypotheſen entgegenſtünden, dennoch ſo lange für genau oder doch beynahe wahr gehalten werden, bis ſie durch andere Phänomene genauer berichtiget, oder gewiſſen Ausnahmen unterworfen werden.** Sonſt würde der Schluß aus Induction durch bloße Hypotheſen aufgehoben."

Der Phyſiker verfährt **analytiſch**, wenn er aus geſammleten zweckmäßigen Phänomenen das, was ſie gemein haben, abſondert, um daraus Naturgeſetze herzuleiten, oder zur Kenntniß der Urſachen zu gelangen; **ſynthetiſch**,

wenn er aus bekannten Naturgeſetzen oder erwieſenen Urſachen die Folgen für gegebne einzelne Fälle herleitet.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. I. §. 31 ſqq. Die Kunſt, zu beobachten, von Joh. Senebier a. d. Frz. von Gmelin, Leipzig, 1776. 8. S. 291 u. f.

Phlogiſton, Brennbares, brennbares Weſen, brennbarer Stof, Brennſtof, Phlogiſton, Materia inflammabilis, Principium inflammabile ſ. igneſcens, *Phlogiſtique.* Die Chymiſten belegen mit dem Namen des Phlogiſtons eine von ihnen angenommene reinſte und einfachſte entzündbare Grundſubſtanz.

Es zeigt ſich bey den Wirkungen des Feuers auf die Körper ein beträchtlicher Unterſchied zwiſchen den letztern. Einige brechen, bey ſtarken Graden der Hitze mit Zutritt der Luft, in eine Flamme aus, die ſie aus ſich ſelbſt zu unterhalten und zu ernähren ſcheinen, bis ſie durch die Wirkung derſelben völlig zerſetzt ſind. Andere werden durch eben ſo ſtarke Grade der Wärme zwar bis zum Leuchten oder Glühen erhitzt, aber ſie brechen nicht in Flamme aus, und ohne das Feuer durch ſich ſelbſt zu unterhalten, hören ſie auf zu glühen und erkalten, wenn man aufhört, ihnen von auſſen Wärme mitzutheilen. Jene heiſſen **brennbare** oder **verbrennliche**, dieſe **unverbrennliche** Körper.

Die Chymiſten haben von jeher geglaubt, daß die Fähigkeit der Körper, das Feuer zu nähren, die **Entzündbarkeit** oder **Verbrennlichkeit**, von einem Beſtandtheile herrühre, der den unverbrennlichen Körpern mangelt. Nur hat man ſich von dieſem brennbaren Grundſtoffe ehedem ſehr unbeſtimmte Begriffe gemacht, ſeine Einheit und Identität verkannt, und ihn mit den zuſammengeſetztern Stoffen verwechſelt, in denen er in vorzüglicher Menge enthalten iſt. Nichts war z. B. bey den ältern Chymikern gewöhnlicher, als die Entzündlichkeit der Körper von einem darinn befindlichen Oele oder Schwefel herzuleiten.

Becher ſetzte zuerſt unter die Grundſtoffe der Körper eine eigne **Erde**, die er unter dem Namen der **entzündlichen** (terra inflammabilis ſ. ſecunda) von den übrigen

elementariſchen Erden unterſchied, ſ. Grundſtoffe. Aber den eigentlichen Grund der angenommenen Lehre vom Brennbaren legte Stahl (Zufällige Gedanken und nützliche Bedenken über den Streit von dem ſogenannten Sulphure. Halle 1718. 8. ingl. Experimenta obſerv. animadv. CCC. Berol. 1731. 8), der die Einheit dieſes Weſens überzeugend darſtellte, es für das an eine zarte Erde gebundne Feuer erklärte, und unter dem Namen **Phlogiſton** oder **brennbarer Grundſtof** (principium inflammabile) in die Chymie einführte, in der es ſich ſeitdem immerfort behauptet hat.

Da man es aber unmöglich fand, dieſen Grundſtof rein und von allen Verbindungen befreyt darzuſtellen und zu unterſuchen, ſo wurden die Begriffe, die man ſich von ihm machte, ungemein oft abgeändert. Eine große Anzahl von Chymikern ſahe das Phlogiſton für nichts anders, als für das Feuer ſelbſt an, das nur in den Körpern auf verſchiedene Art modificirt oder gebunden ſey, bey der Verbrennung aber frey werde. Dahin gehören die Meinungen der Herren **Pott**, **Wallerius**, **Weigel** und **Baume**, die ich bey dem Worte **Feuer** (Th. II. S. 213.) angeführt habe, wozu man auch **Henkels** Behauptungen (Flora Saturnizans, S. 375.) ſetzen kan, daß das Phlogiſton ein elementariſches an einen zarten erdigten Grundſtof gebundenes Feuer ſey. **Macquer** (Chymiſches Wörterbuch, Art. **Brennbares**) hält die Lichtmaterie ſelbſt, wenn ſie frey iſt, für das reine elementariſche Feuer, und wenn ſie ein Beſtandtheil der Körper geworden iſt, für fixes Feuer oder Phlogiſton. Andere hingegen haben das Brennbare vom Feuer ausdrücklich unterſchieden, wie z. B. **Boerhave**, und **Johann Friedrich Meyer**, welcher letztere es gar nicht für einfach, ſondern für eine Zuſammenſetzung aus Licht, fetter Säure, Erde und Waſſer annahm, welche in jedem Körper, wenn er brennen ſolle, vorhanden ſeyn müſſe.

Seit den letztern funfzehn Jahren haben die neuern Entdeckungen über die verſchiedenen Gasarten in der Lehre vom Phlogiſton und der Verbrennung wichtige Veränderungen veranlaſſet. Man hat gefunden, daß die atmo-

ſphäriſche Luft durch den in ihr befindlichen reinern Beſtandtheil, ſ. Gas, dephlogiſtiſirtes, hiebey auf eine ſehr beträchtliche Art mitwirkt. Wie nun dieſes geſchehe, hat man wiederum durch verſchiedene neuere Hypotheſen begreiflich zu machen geſucht, welche bey den Worten **Feuer** und **Verbrennung** erklärt werden, und aus denen hieher nur die Begriffe gehören, welche ſich ihre Urheber von der Natur und den Eigenſchaften des Phlogiſtons gemacht haben. Dieſe Begriffe will ich am Ende des Artikels anführen. Es wird aber zu beſſerer Beurtheilung derſelben dienen, wenn ich das vorausſchicke, was die chymiſchen Erfahrungen überhaupt ſeit Stahls Zeiten von den Erſcheinungen des verbrennlichen Stoffes gelehrt haben.

Man hat es hiebey mit einer hypothetiſchen Subſtanz zu thun, die ſich nicht, wie andere, abgeſondert darſtellen, aufbewahren und prüfen läſt, deren Daſeyn und Eigenſchaften alſo nur aus den Veränderungen erkannt werden, die ſich an den Körpern zeigen, wenn man ſie von ihnen trennt oder mit ihnen verbindet. Getrennt wird das Phlogiſton von den Körpern durch die Verbrennung an freyer Luft oder durch die Wirkung anderer Stoffe, welche mit dem Brennbaren eine ſtarke Verwandtſchaft haben, dergleichen z. B. die Luft und die Säuren ſind: verbunden wird es mit Körpern, die mit ihm in Verwandtſchaft ſtehen, durch innige Vereinigung mit Stoffen, welche viel Phlogiſton enthalten, z. B. durch Auflöſung in Oelen oder Schmelzung mit Kohlenſtaub. Jedes Verfahren, wobey Phlogiſton von den Körpern mit Beyhülfe der Luft getrennt wird, heiſt ein **phlogiſtiſcher Proceß.**

Die Verbindung der Körper mit dem Phlogiſton an ſich macht ſie weder warm, noch leuchtend, noch flüßig, ſie vermindert aber ihre Härte und Feuerbeſtändigkeit, und vermehrt ihre Schmelzbarkeit. Sie giebt den meiſten Körpern mehr Geruch und Farbe, daher auch einige Chymiſten das Brennbare als die Grundſubſtanz der Gerüche und Farben haben anſehen wollen.

Das Phlogiſton verbindet ſich ſehr leicht mit verſchiedenen Gasarten, mit den Säuren und mit einigen Erden,

beſonders den metalliſchen. Vorzüglich ſtark iſt ſeine Verwandtſchaft mit der Vitriolſäure, die jeden andern Körper verläßt, um ſich mit dem Brennbaren zu vereinigen, und mit demſelben einen Schwefel zu bilden, der ſich immer ähnlich bleibt, es mag die Vitriolſäure mit Fetten, Härzen, Oelen, Kohlen, Metallen, oder andern brennbaren Materien bearbeitet werden. Dieſe Gleichheit des Schwefels aus einerley Säure und ſo verſchiedenen Subſtanzen iſt ein Hauptgrund für die Einheit und Gleichheit des Brennbaren, das dieſe Subſtanzen enthalten. Die Vitriolſäure erhält durch dieſe Verbindung mehr Geruch, Farbe und Flüchtigkeit, und verliert ihre ſonſt ſo große Geneigtheit, ſich mit dem Waſſer zu verbinden, gänzlich. Dies leztere ſcheint **Bechern, Stahlen** und ſo viele andere Chymiſten bewogen zu haben, das Phlogiſton dem Waſſer ganz entgegenzuſezen, und es für ein troknes Principium, für eine **Erde** oder an eine zarte Erde gebunden zu halten. Es liegt aber hierinn der falſche Begrif, als ob die Trockenheit der Flüßigkeit weſentlich entgegengeſezt ſey, da doch beydes nur Zuſtände der Körper ſind, und die Flüßigkeit, ſelbſt beym Waſſer, nur zufällige Wirkung der Wärme iſt, durch die auch der Schwefel flüßig wird, da hingegen die Kälte das Waſſer in ganz troknes Eis verwandlet. Uebrigens muß die Vitriolſäure, wenn ein wahrer Schwefel entſtehen ſoll, ihr überflüßiges Waſſer verlieren, weil ſonſt nur flüchtige Schwefelſäure erzeugt wird, ſ. **Schwefel, Vitriolſäure, Gas, vitriolſaures.**

Auch mit der Salpeterſäure hat das Brennbare eine ſehr ſtarke Verwandtſchaft. Der concentrirte oder rauchende Salpetergeiſt wird durch eine glühende Kohle entzündet, und verurſacht mit den Oelen aller Art freywillige Entzündungen, welche noch heftiger werden, wenn man durch beygemiſchte Vitriolſäure alles noch überflüßige Waſſer gebunden hat. Die mit dem Brennbaren verbundne Salpeterſäure iſt ſehr flüchtig, und giebt an der Luft rothe Dämpfe, bey Ausſchließung der Luft aber das Salpetergas von ſich, das ſich bey Berührung der Luft wieder in rothen Dampf verwandlet, ſ. **Gas, ſalpeterartiges.** Die dephlogiſti-

ſirte Salpeterſäure erlangt auch durch bloße Berührung der Luft oder eines entzündlichen Körpers ihre gelbe Farbe und dampfende Eigenſchaft wieder, ſ. Salpeterſäure. Alle ſalpeterſauren Neutral- und Mittelſalze zeigen in der Hitze mit brennbaren Körpern verbunden, das merkwürdige Phänomen des Verpuffens, ſ. Verpuffen, das ſich zwar durch die Leichtigkeit des Verbrennens in der aus dem Salpeter entbundenen dephlogiſtiſirten Luft erklären läſt, an dem aber doch auch die Verbindung der Salpeterſäure mit dem Phlogiſton einen eignen Antheil haben kan.

Die Küchenſalzſäure äuſſert im gewöhnlichen Zuſtande wenig Wirkung auf brennbare Körper. Becher ſchrieb dies einer in dieſer Säure enthaltenen Mercurialerde zu; aber neuere Entdeckungen haben gezeigt, daß die gewöhnliche Salzſäure ſelbſt ſchon mit Phlogiſton verbunden iſt, ſ. Salzſäure, dephlogiſtiſirte. Die dephlogiſtiſirte Salzſäure, die ſich blos in elaſtiſcher Form darſtellen läſt, wirkt auf verbrennliche Körper mit vieler Kraft, und der Phosphorus entzündet ſich in ihr freywillig. Die Phoſphorſäure bildet durch ihre Verbindung mit dem Brennbaren den Phoſphorus.

Mit den erdigten Theilen aus dem Pflanzen und Thierreiche verbindet ſich das brennbare Weſen ihrer Oele und Fettigkeiten beym Glühen in verſchloßnen Gefäßen zu einer Kohle, welche, wenn man den Zutritt der Luft verwehret, die gröſte Gewalt des Feuers ohne Veränderung aushalten kan. Werden aber Materien, die mehr Verwandtſchaft zum Phlogiſton haben, als die vegetabiliſchen und thieriſchen Erden, im Feuer mit Kohlenſtaub bearbeitet, ſo verläßt das Brennbare die Kohle, um ſich mit den mehr verwandten Stoffen zu verbinden. Dies iſt ein vortrefliches Mittel, das Phlogiſton mit den Säuren und metalliſchen Kalken zu verbinden.

An den metalliſchen Subſtanzen zeigen ſich die Wirkungen des Brennbaren auf eine ſehr hervorſtechende Art. Durch die Entziehung dieſes Stofs kan man den Metallen ihre reguliniſche Geſtalt nehmen, und ſie in Erden oder Kalke verwandlen, welche durch hinzugeſetztes Phlogiſton wieder

zu den vorigen Metallen reducirt werden, ſ. Metalle, Verkalkung, Reduction. Die Verkalkung geſchieht entweder durch ofnes Feuer (d. i. durch Verbrennung an der Luft) oder durch Verpuſſen mit Salpeter, oder durch Aufloͤſung in Saͤuren, oft ſogar durch bloße Ausſetzung an die Luft. Die Reduction geſchieht durch Schmelzung mit Kohlen, bisweilen auch durch bloße Anbringung phlogiſtiſcher Daͤmpfe, und iſt ſogar auf dem naſſen Wege moͤglich, wenn ſich dabey das Brennbare von der Feuchtigkeit genau abſondern kan.

Da die metalliſchen Kalke haͤrter, feuerbeſtaͤndiger, lockerer, unſchmelzbarer und weniger glaͤnzend, als die Metalle ſelbſt ſind, ſo iſt klar, daß die Geſchmeidigkeit, Fluͤchtigkeit, Dichte, Schmelzbarkeit und der Glanz der letztern von dem in ihnen enthaltenen Brennbaren herruͤhre. Selbſt ihre Aufloͤslichkeit in den Saͤuren iſt dieſem Stoffe zuzuſchreiben. Die metalliſchen Erden verlieren alle dieſe Eigenſchaften deſto mehr, je genauer ſie vom Phlogiſton getrennt werden.

Gegen Vereinigung mit dem Waſſer zeigt das Phlogiſton eine entſchiedene Abneigung, ſogar daß die Gegenwart des Waſſers ein Hinderniß ſeiner genauen Vereinigung mit der Vitriol- und Salpeterſaͤure wird. Dennoch findet man es von der Natur mit Waſſer vereiniget in allen brennbaren Subſtanzen des Thier- und Pflanzenreichs, in den Oelen, Harzen, Fettigkeiten, brennbaren Geiſtern u. ſ. w. wobey vielleicht Erde und Saͤure als Zwiſchenmittel wirken.

Aus den Oelen reißt das Phlogiſton bey der Verbrennung ſaure, waͤßrige und erdigte Beſtandtheile mit ſich fort, welche die Flamme und den Rauch bilden helfen. Ein Theil des Brennbaren verbindet ſich dabey ſehr genau mit der Erde zu einer ſchwarzen, ſchwer verbrennlichen Kohle, dem ſogenannten Lampenſchwarz oder Lampenruß, in welchem einſt Stahl das reine Phlogiſton zu finden glaubte. Wenn die Verbrennung ſchnell und heftig genug iſt, erzeugt ſich dergleichen nicht, wie bey der Argandiſchen Lampe, ſ. Lampen. Uebrigens ſind die Oele, die Kohlen und der Lam-

penruß unter allen Körpern am meiſten geſchickt, durch ſie das Brennbare an andere Subſtanzen zu verſetzen.

Die brennbaren Geiſter ſind zugleich verbrennlich und mit Waſſer miſchbar. Sie enthalten Brennbares und Waſſer zugleich, wie die Oele; aber ihre Flamme iſt weniger leuchtend, und läßt nichts rußartiges zurück. Durch Bearbeitung mit Säuren ſcheinen die Geiſter den Oelen näher gebracht zu werden, ſ. **Aether**; es iſt aber unentſchieden, ob die Säure dabey mehr auf das Waſſer, oder auf das Brennbare wirke.

Jeder phlogiſtiſche Proceß verwandlet die mitwirkende atmoſphäriſche Luft in ein irreſpirables **phlogiſtiſirtes Gas**. Daß hiebey der reinere Theil der Luft in andere Verbindungen tritt, iſt ausgemacht; auch iſt wahrſcheinlich, daß der zurückbleibende unreine Theil, der ſchon an ſich Phlogiſton zu enthalten ſcheint, noch mehr davon an ſich nehme, ſ. **Gas, phlogiſtiſirtes** (Th. II. S. 404 u. f.), **Verbrennung**.

Bey allen phlogiſtiſchen Proceſſen nimmt die Luft, in der ſie vorgehen, an Umfange ſowohl, als an abſolutem Gewichte deſto ſtärker ab, je reiner ſie iſt. Sehr merkwürdig iſt es, daß der Rückſtand des phlogiſtiſirenden oder zerſetzten Körpers, wenn nichts Flüchtiges aus ihm verlohren geht, gerade eben ſoviel an Gewicht zunimmt, als die Luft abnimmt. So erhält man aus einem Gran Phosphorus durchs Verbrennen 1½ Gran Phosphorſäure, und aus 100 Pfund Bley durchs Verkalken 110 Pfund Bleykalk. Dagegen verlieren die Metallkalke dieſen Zuſatz am Gewichte wieder, wenn man ihnen das Brennbare durch die Reduction wiedergiebt, ſo wie die Luft am Gewichte verliert, wenn man ſie phlogiſtiſiret. Es ſieht faſt ſo aus, als ob das Brennbare ein Stof wäre, der das Gewicht der Körper durchs Hinzukommen verminderte, durchs Weggehen vermehrte; ein Stof von negativer Schwere, oder abſoluter Leichtigkeit, ſ. **Leicht**. Aber es müſſen ja eben dieſe Phänomene auch erfolgen, wenn das Phlogiſton an die Stelle einer ſchwerern Materie tritt, und

beym Weggehen ſeinen Platz derſelben wieder einräumt, daß alſo die Erſcheinungen noch nicht nöthigen, wider alle Analogie einen leichtmachenden Stof anzunehmen.

Man hat das Brennbare bisher noch nicht abgeſondert in palpabler Form darſtellen können: es gehört alſo noch immer zu den blos angenommenen Stoffen. Daher giebt es auch ein Syſtem, das alle Erſcheinungen ohne Phlogiſton zu erklären ſucht. Die angeführten Phänomene betreffen freylich nur die verbrennlichen und unverbrennlichen Körper, nicht unmittelbar das Brennbare ſelbſt; wer ſie aber zuſammen überdenkt, wird doch gewiß das Daſeyn eines ſolchen Stofs ſehr wahrſcheinlich finden, wenn es auch nicht direct daraus erwieſen werden kan. Am freyſten von fremden Verbindungen ſcheint ſich das Phlogiſton in der brennbaren Luft zu zeigen, in deren Zuſammenſetzung man nichts, als Brennbares, und vielleicht etwas Waſſer, findet, und die daher auch von Kirwan für das reine Phlogiſton in elaſtiſcher Form erklärt worden iſt, ſ. Gas, brennbares (Th. II. S. 370.). Ich habe nun noch die Begriffe hinzuzuſetzen, welche ſich die neuern Chymiker, dieſen Erfahrungen gemäß, vom Brennbaren gemacht haben.

Scheele, der die dephlogiſtiſirte oder Feuerluft ſelbſt entdeckt und genaue Verſuche darüber angeſtellt hatte (Chem. Abhandl. von Luft und Feuer, 2te Ausg. Leipzig, 1782. 8.), erklärte das Phlogiſton für ein ganz einfaches elementariſches Weſen. Dieſes Element mit der Feuerluft verbunden, macht nach ſeinem Syſtem die umherſtralende Hitze aus. Er gründet dieſe Behauptung auf Verſuche, welche doch nichts weiter beweiſen, als daß die Luft durch Verbrennung deſto mehr vermindert werde, je mehr ſie Feuerluft enthält. Er erklärt aber dieſe Verminderung für eine Verwendung der Feuerluft zu Erzeugung der Hitze, mit der ſie ſich alsdann durch die Wände der Gefäße zerſtreue. Daß man die Hitze in Feuerluft und Phlogiſton zerlegen könne, ſchließt er aus gewiſſen Reductionen der Mettallkalke, welche durch bloße Hitze ohne

zugeſeztes Brennbares erfolgen, und bey denen man allemal dephlogiſtiſirte Luft erhält, wobey alſo die durchs Gefäß dringende Hitze nach ſeiner Erklärung vom Kalke zerſezt wird, ihm das Brennbare wieder giebt und die Feuerluft zurückläßt. Aber alle dieſe Phänomene laſſen ſich auch anders erklären, und ſind wenigſtens nicht zwingende Beweiſe. Uebrigens ſollen nach dieſem Syſtem auch das Licht und die brennbare Luft aus eben den Stoffen, nemlich aus Phlogiſton und Feuerluft beſtehen. Man wird die Unwahrſcheinlichkeit dieſer Behauptungen leicht wahrnehmen. Der Satz, den eigentlich die Verſuche lehren, daß bey **Verbindung des Brennbaren mit der Feuerluft Hitze, und oft Licht, entſteht**, iſt ſehr wahr und eine wichtige Entdeckung des Herrn Scheele. Nur blieb dieſer große Chymiſt allzubuchſtäblich bey dem Satze ſtehen, wenn er Hitze und Licht für wirkliche Zuſammenſetzungen aus Brennbarem und Feuerluft erklärte.

Lavoiſier hingegen, welcher nebſt **Bayen** durch zahlreiche Verſuche ſo wahrſcheinlich gemacht hat, daß die Zunahme des Gewichts bey der Verkalkung von dem hinzugekommenen Antheile dephlogiſtiſirter Luft herrühre (ſ. **Kalke, metalliſche**), glaubte das Phlogiſton ganz entbehren und alles aus der dephlogiſtiſirten Luft allein erklären zu können. Es iſt hieraus das jetzt ſo berühmte **antiphlogiſtiſche Syſtem** entſtanden, welches **Lavoiſier** ſeit dem Jahre 1777 (in verſchiedenen Abhandlungen in den Mem. de Par. 1777 u. f. Jahre, und vor kurzem in ſ. Traité élémentaire de chimie preſenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes. à Paris, 1789. 8.) vorgetragen und vertheidiget hat. Dieſes Syſtem ſucht die Idee vom Phlogiſton gänzlich aus der Chymie zu entfernen, und alles aus der Zerſetzung der dephlogiſtiſirten Luft in ihre zwo angenommenen Beſtandtheile, den **Feuerſtof**, und den **ſäuremachenden Grundſtof** (baſe oxygène) herzuleiten. Was nach den Stahliſchen Begriffen Entziehung des Brennbaren iſt, wird hier als Verbindung mit dem Grundſtoffe der Säure betrachtet; was man gewöhnlich als Vereinigung mit Phlogiſton anſieht, heißt hier Be-

freyung vom ſäuregebenden Grundſtoffe u. ſ. f. Dieſes ſäuremachende Princip verbindet ſich in jedem phlogiſtiſchen Proceſſe mit dem Rückbleibſel des zerſetzten Körpers, und bildet damit eine neue Zuſammenſetzung, z. B. mit dem Kohlenſtoffe Luftſäure, mit den Metallen metalliſche Kalke, mit dem Schwefel Vitriolſäure, mit dem Phosphorus Phosphorſäure u. ſ. w. Die Reductionen hingegen erfolgen durch die Entziehung des Princips der Säuren, welches ſich wieder mit dem dabey gebrauchten Wärmeſtof verbindet, und aufs neue eine dephlogiſtiſirte Luft oder ein anderes Gas bildet, u. ſ. f. So werden die Erklärungen dieſes Syſtems gerade die Umgekehrten von den gewöhnlichen, und nun kan es nicht mehr befremden, wenn man die Kalke ſchwerer, als das verkalkte Metall, die entſtandne Vitriol- und Phosphorſäure ſchwerer, als den dazu gebrauchten Schwefel und Phosphorus ꝛc. findet, weil die Operationen der Verkalkung und Verbrennung nicht als Entziehungen des Brennbaren ſondern als Hinzukommen des *Principe oxygène* betrachtet werden. Es entſteht hieraus eine ganz neue Theorie, in welcher viele Körper als Zuſammenſetzungen betrachtet werden, die man gewöhnlich für Beſtandtheile anderer annimmt, z. B. die Metallkalke ſind aus Metall und Grundſtof der Säure zuſammengeſetzt, ſtatt daß man ſonſt die Metalle aus den metalliſchen Erden und dem Phlogiſton beſtehen läßt.

In Frankreich, wo ſchon **Buffon** (Supplem. de l'hiſtoire natur. To. II. p. 61. edit. in 12mo.) das Phlogiſton für ein bloßes Weſen der Syſteme erklärt hatte, fand dieſes antiphlogiſtiſche Syſtem ungemeinen Beyfall, und noch jetzt ſind ihm viele der berühmteſten Chymiſten zugethan. Es iſt auch nicht zu läugnen, daß die Erklärungen dabey ſehr einfach und leicht ausfallen, und daß es den beſten Regeln gemäß iſt, einen blos angenommenen Stof wieder zu verwerfen, ſobald ſich die Phänomene auch ohne ihn erklären laſſen. Allein was gewinnt man wohl durch Verwerfung des Phlogiſtons, wenn man an deſſen Stelle ein entgegengeſetztes ſäureerzeugendes Principium einführt,

deſſen Daſeyn eben ſo hypothetiſch iſt, und deſſen Gegenwart in der reinen Luft eben ſo wenig erwieſen werden kan? Bey den Rückbleibſeln der meiſten Verbrennungen, und bey vielen Metallkalken zeigt ſich keine Spur eines ſolchen ſauren Princips. Ueberdies muß bey dieſer Theorie noch ein eigner Kohlenſtof angenommen werden, ein unbekanntes Etwas, worunter im Grunde doch nichts anders, als das Phlogiſton ſelbſt verſtanden werden kan. Die Sätze, daß die phlogiſtiſchen Proceſſe mit Zerſetzung der dephlogiſtiſirten Luft verbunden ſind, daß dabey Wärmeſtof frey wird, und daß der Grundtheil der Luft ſich mit dem phlogiſtiſirenden Körper verbindet, ſind durch die ſchönen Verſuche des Herrn **Lavoiſier** allerdings ſehr wahrſcheinlich geworden; aber ſie nöthigen noch nicht, das Phlogiſton ganz zu verwerfen. Sie zeigen, daß der brennbare Körper etwas annimmt; aber ſie widerlegen nicht, daß er dagegen auch etwas verliere, weil noch immer die Möglichkeit einer Verwechſelung der Stoffe übrig bleibt.

Eine ſolche Verwechſelung nimmt **Crawfords** Theorie an ſ. **Feuer** (Th. II. S. 218.), nach welcher das Phlogiſton als ein dem Feuer oder dem Wärmeſtof entgegengeſetztes Weſen betrachtet wird, deſſen Gegenwart in den Körpern die Fähigkeit, Feuer zu binden, vermindert, ſo wie durch deſſen Entziehung eben dieſe Fähigkeit vergrößſert wird. Hiebey wird zugleich in der reinen Luft eine große Menge von gebundenem Wärmeſtof und eine ſtarke Anziehung gegen das Phlogiſton angenommen. Wird nun durch irgend ein Mittel das Phlogiſton der brennbaren Körper frey gemacht, und kömmt in Berührung mit der Luft, ſo zieht es der reinere Theil derſelben an, und verbindet ſich mit ihm zu einer Materie, von der ſich oft ein großer Theil mit dem Rückſtande des Körprrs vereiniget und deſſen Gewicht vermehrt. Die Luft läßt dagegen eine große Menge ihres gebundnen Wärmeſtofs frey, der zum Theil in den Körper geht, und die Hitze unterhält, zum Theil aber zur Bildung der Flamme mit allen Merkmalen des Feuers verwendet wird. Nach dieſer Theorie iſt alſo das **Phlogiſton** ein eigenthümlicher elementariſcher

Grundſtof, der zwar den Grund des entſtehenden Feuers nicht in ſich ſelbſt hat, aber doch den Stof deſſelben aus der Luft entbindet, und alſo immer noch den Namen des entzündlichmachenden Principii verdienet.

Man findet die Einwürfe; welche ſich gegen dieſe ſinnreiche Theorie machen laſſen, bey den Worten **Feuer, Wärme, Verbrennung.** Ich bemerke hier nur, daß dieſe Einwürfe den Begrif vom Phlogiſton wenig treffen, und daß es hiebey ſehr begreiflich wird, wie das Gewicht der Metallkalke und des Rückſtands von verbranntem Schwefel und Phosphorus zunehmen, und wie eine Reduction gewiſſer Kalke ohne zugeſetztes Phlogiſton erfolgen könne, weil das entweichende Brennbare durch einen Theil der Luft erſetzt wird, der im zerſetzten Körper zurück bleibt und deſſen Gewicht vermehrt, weil er ſchwerer iſt, als das entwichene Brennbare war. Hat ſich dieſer Grundtheil der reinen Luft noch mit etwas Brennbaren zu einem neuem Stoffe verbunden, ſo kann durch die Hitze dieſer Stof wieder zerſetzt, ſein Brennbares zur Reduction verwendet, und der Grundtheil wiederum als reine Luft dargeſtellt werden.

Kirwan (Verſ. und Beob. über die Salze und die neuentdeckte Natur des Phlogiſton, a. d. engl. von Crell, Berlin und Stettin, 1783. 8. 2tes Stück, 1785. 8.) hält das Phlogiſton für den Stof der reinen brennbaren Luft, und behauptet, daß es mit der dephlogiſtiſirten Luft verbunden, Luftſäure bilde. Gegen das letztere laſſen ſich erhebliche Einwendungen machen, da bey vielen Verbrennungen, die das Gewicht ſtark vermehren, z. B. beym Phosphorus, gar keine Luftſäure erzeugt wird. Das erſte aber, daß die brennbare Luft das Phlogiſton ſelbſt ſey, ſcheint mit **Crawfords** Theorie, die **Kirwan** doch ſonſt in allem annimmt, darum nicht übereinzuſtimmen, weil die Luftgeſtalt, als eine Wirkung des gebundnen Feuers, bey dem Phlogiſton ſchwerlich ſtatt finden kann, da dieſe Subſtanz das Feuer vielmehr vertreiben als in ſich nehmen ſoll; es müßte denn die Vereinigung durch irgend ein Zwiſchenmittel geſchehen. **Senebier** hat in der brennba-

ren Luft noch Waſſer gefunden, ſ. **Gas, brennbares** (Th. II. S. 370.).

Sollte ſich das beſtätigen, was die Verſuche der Herren **Lavoiſier, Cavendiſh** und **Watt** ſo wahrſcheinlich machen, daß die dephlogiſtiſirte Luft ein des Phlogiſtons beraubtes und in Luftform dargeſtelltes Waſſer ſey, ſo würde ihre Verbindung mit dem Phlogiſton nach dem Crawfordiſchen Syſtem Waſſer bilden, und dies würde nun die Materie ſeyn, welche das Gewicht der Rückſtände und der Metallkalke vermehrte. Herr **de Lüc** hält die Verwandlung der dephlogiſtiſirten Luft in Waſſer, wenn ſie ſich mit brennbarer zerſetzt, für entſchieden, ſ. **Feuer** (Th. II. S. 228.), und erfordert dieſe Zerſetzung, wenn die Verbrennung lebhaft und vollkommen ſeyn ſoll, wie bey der Argandiſchen Lampe. Bey ſchwachen und unvollkommnen Verbrennungen, wobey nach ſeiner Meinung die dephlogiſtiſirte Luft nicht zerſetzt wird, geht auch aus dem brennenden Körper keine brennbare Luft, ſondern nur das hervor, was ſonſt in die Zuſammenſetzung der brennbaren Luft kömmt, und was, nach ſeinem eigenen Ausdrucke, vielleicht das ſogenannte **Phlogiſton** iſt, womit ſich die dephlogiſtiſirte Luft auf eine bisher noch dunkle Art in **fixe Luft** verwandlet. In Herrn de **Lüc** Sprache iſt alſo das Phlogiſton die ſchwere Subſtanz, und das Feuer das fortleitende Fluidum der brennbaren Luft. Dieſe innige Vereinigung beyder ſtreitet allerdings gegen Crawfords Theorie, der aber auch Herr de Lüc ſtarke Gründe entgegengeſetzt hat.

Herr **D. Gren** (Syſtem. Handbuch der geſamten Chemie I Th. Halle, 1787. gr. 8. §. 331. ingl. Grundriß der Naturlehre, Halle 1788. 8. §. 749. u. f.) hält das Phlogiſton für **gebundne Materie der Wärme und des Lichts zugleich**, oder für gebundnes Feuer, aus dem ſimplen Grunde, weil man bey Befreyung deſſelben aus den brennenden Körpern Wärme fühle und Licht ſehe. Wird es durch Erhitzung oder andere Mittel frey gemacht, ſo zeigt es ſich zerſetzt mit Licht und Wärme, wird aber von der reinen Luft angezogen, und von neuem zum Phlo-

giſton gebunden, wodurch die Luft ſelbſt phlogiſtiſirt wird. Nun kann nach Crawfords Verſuchen phlogiſtiſirte Luft nicht ſoviel gebundne Wärme halten, als reine; ſie läßt daher einen Theil ihrer Wärme frey, und befördert dadurch die Verbrennung. Ohne reine Luft findet keine Entziehung des Brennbaren ſtatt, weil kein Auflöſungsmittel für dasſelbe vorhanden iſt. Das Phlogiſton kan auch unzerſetzt aus einem Körper in einen andern übergehen, wie z. B. in die Säuren aus Metallen, wobey ſich alſo kein Feuer zeigt. Hieraus werden nun die meiſten Erſcheinungen ſo leicht und glücklich hergeleitet, daß man bis hieher dieſem Syſteme den Beyfall kaum verſagen kan.

Aber, um die Verminderung des Umfangs und abſoluten Gewichts der phlogiſtiſirten Luft, ingleichen die Vermehrung des Gewichts der Rückſtände zu erklären, nimmt Herr Gren mit de Morveau u. a. Wärmeſtof und Phlogiſton für Materien von negativer Schwere, für Stoffe an, die durch ihr Hinzukommen das Gewicht der Körper vermindern. Freylich wird hiedurch der Knoten auf einmal zerſchnitten; aber durch eine höchſt gewagte und gegen alle Analogie ſtreitende Hypotheſe. Nach den Regeln der phyſikaliſchen Erklärungskunſt ſind alle Materien für ſchwer zu halten, weil alle bekannte Materien ſchwer ſind, bis deutliche Erfahrung lehren wird, daß eine nicht ſchwer ſey. Nun führt zwar Herr Gren von die Erfahrungen Fordyce an, daß der Wärmeſtof leicht mache, weil Waſſer in hermetiſch verſchloßnen Gefäßen gefroren mehr wiege, als aufgethaut. Solche Abwägungen aber ſind viel zu ungewiß, als daß ſie Ausnahmen von Naturgeſetzen erweiſen könnten, ſ. Feuer (Th. II. S. 217.). Das kalte Gefäß kan darum mehr wiegen, weil ſein durch die Kälte verminderter Umfang weniger Luft aus der Stelle treibt, oder weil ihm Feuchtigkeit von auſſen anhängt. Marat wollte im Gegentheil erfahren haben, daß Kugeln glühend mehr wögen, als erkaltet. Die übrigen Erfahrungen ſind blos die Erſcheinungen beym Phlogiſtiſiren ſelbſt, welche noch ſo viel andere Erklärungen zulaſſen, daß ſie keine Beweiſe gegen ein anerkanntes und durch möglichſt vollſtändige Induction erwieſe-

nes Naturgeſetz abgeben können. Ich habe mich hierüber ſchon bey den Worten Leicht und Maſſe erklärt.

Die Verminderung des Umfangs der Luft beym Phlogiſtiſiren wird auch aus der bloßen Verminderung ihres Gewichts noch nicht begreiflich. Das Volumen elaſtiſcher Flüßigkeiten, die man im pnevmatiſch-chymiſchen Apparate ſperrt, hängt von ihrem Gewichte gar nicht ab, ſondern verhält ſich bey unveränderter Maſſe, wie die ſpecifiſche Federkraft. Verminderung des Volumens kan alſo nur auf zweyerley Art entſtehen, entweder durch Abgang von Maſſe, oder durch Verminderung der ſpecifiſchen Federkraft. Da nun Herr Gren keinen Abgang von Maſſe beym Phlogiſtiſiren annimmt, ſo iſt es nicht zureichend, die Zuſammenziehung, wie er (Chemie §. 337.) thut, daraus allein herzuleiten, daß das Gewicht vermindert, die eigenthümliche Elaſticität aber nicht vermehrt werde. Es iſt ſchlechterdings Verminderung der Elaſticität nöthig, und das Phlogiſton muß nach ſeiner Theorie auſſer der leichtmachenden Eigenſchaft auch noch die beſitzen, daß es die eigenthümliche Federkraft der Luft ſchwächet. Iſt es aber nicht weit natürlicher, die Abnahme an Raum und Gewicht zugleich, für das anzuſehen, was ſie ſonſt allemal anzeigt, für einen wirklichen Abgang eines Theils der Maſſe, in welchem Theile man zugleich den Stof findet, aus dem die Vermehrung des Gewichts der Rückſtände ſo ungezwungen erklärt werden kan? Uebrigens kan dieſe Verſchiedenheit unſerer Meinungen weder meine Hochachtung gegen Herrn Gren, noch mein Urtheil von dem Werthe ſeiner Schriften im mindeſten ändern. Neue Gedanken vortragen, die Nachdenken und Prüfung veranlaſſen, bleibt immer verdienſtlich, und iſt gewiß ſchwerer, als was ich hier thue, Meinungen anderer erzählen.

Macquer chymiſches Wörterbuch durch Leonhardi, Art. Brennbares.

Karſten Anleitung zur gemeinnützigen Kenntniß der Natur, Halle, 1783. 8. S. 634.

Gren ſyſtem. Handbuch der Chemie, und: Grundriß der Naturlehre, an den angeführten Stellen.

Phlogiſtiſirte Luft, ſ. Gas, phlogiſtiſirtes.
Phoniſcher Mittelpunkt, ſ. Mittelpunkt.
Phonokamptiſcher Mittelpunkt, ſ. Mittelpunkt.

Phoronomie, Phoronomia, *Phoronomie.* Die Lehre von der Bewegung und ihren Geſetzen. Da der gröſte Theil dieſer Lehre Kenntniße vorausſetzt, welche über die Grenzen der Elementarmathematik hinausgehen, ſo rechnet man ſie zur höhern Mechanik, in welcher beſonders die Betrachtungen der Bewegung allein, wobey auf die hervorbringenden Kräfte, nicht geſehen wird, zur Phoronomie gehören. Bisweilen heißt auch wohl die ganze höhere Mechanik überhaupt Phoronomie. Jacob Hermann aus Baſel hat unter dieſem Namen (Phoronomia, ſ. de viribus et motibus corporum ſolidorum et fluidorum libri II. Amſtelaed. 1716. 4.) die höhere Mechanik und Hydrodynamik nach ſynthetiſcher Methode vorgetragen.

Phosphorus, Lichtträger, Phosphorus, *Phoſphore.* Der Name Phosphorus (Lichtträger) kömmt ſeiner etymologiſchen Bedeutung nach jedem im Dunkeln leuchtenden Körper zu. Man nimmt jedoch die Sonne, die Fixſterne, und die brennenden oder glühenden Körper aus, deren Leuchten ein alltägliches Phänomen iſt, und belegt mit dem Namen der Phosphoren nur die übrigen für ſich leuchtenden Subſtanzen, deren Licht im Dunkeln ehedem zu den ſeltnern und unerwarteten Erſcheinungen gezählt wurde. Dieſes ſind nun entweder natürliche oder künſtliche Phosphoren. Von einigen natürlichen iſt bey dem Worte Leuchtende Körper geredet worden; daher werden nur die künſtlichen Phosphoren den Hauptgegenſtand dieſes Artikels ausmachen.

Um das Jahr 1630 entdeckte Vincenz Caſcariolo, ein Schuhmacher in Bologna, in der Nachbarſchaft dieſer Stadt am Fuße des Berges Paterno einen Stein, der im Dunkeln durch ſeinen eignen Glanz ſichtbar ward, wenn er eine Zeitlang im Lichte gelegen hatte. Fortunio Liceti, Profeſſor zu Bologna (Litheoſphorus ſ. de lapide Bono-

nienſi in tenebris lucente, Vtini. 1640. 4.) und **Kircher** (in der Arte magna lucis et umbrae. Rom. 1646. fol.) ſchrieben über dieſes ſonderbare Ereigniß. Vorzüglich ſtark leuchtete der Stein, wenn er fein zerſtoßen, mit Waſſer oder Leinöl durchknetet und calcinirt ward. Der Graf **Marſigli**, **Galeati**, **Beccari** (Commentarii Inſtit. Bonon. Vol. VI. p. 188 ſqq.) und nach ihnen **Zanotti** (ibid. 205 ſqq.) unterſuchten die Erſcheinungen dieſes Steins genauer. Er ward ſowohl vom Sonnenlichte, als von Kerzen, leuchtend, nicht aber vom Lichte des Monds, oder eines andern Phosphors. Die beſten Stücken durften dem Lichte nur 1—2 Secunden ausgeſetzt werden, um 4 Minuten lang zu leuchten, manche leuchteten 30 Minuten. Der geringſte Grad des Lichts ließ ſchon die kleinſte Schrift leſen, und die Stücken wurden immer beſſer, je mehr ſie gebraucht wurden. Natürlich muſte dieſe Entdeckung auf die Meinung von der Körperlichkeit des Lichts führen, welche bald nachher die Grundlage von **Newtons** Theorie des Lichts ward. Man ſahe hier gleichſam Körper, die das Licht anzogen, und wieder von ſich gaben, **Lichtſauger** oder **Lichtmagnete** (corpora lucem bibentia) welche Benennungen auch angenommen ſind. **Zanotti** urtheilte zwar, daß die Verſuche ſich eben ſowohl nach Descartes, als nach Newtons Hypotheſe vom Lichte erklären ließen, und daß der bononiſche Stein ſein eignes Licht habe, welches nur von auſſen her belebt werde. Auch iſt die Sache noch ungewiß, und ſelbſt die neuern Entdeckungen entſcheiden noch nichts hierüber.

Dieſer **bononiſche Stein** blieb faſt ein halbes Jahrhundert hindurch der einzige bekannte Lichtſauger, bis kurz vor 1675 ein Amtmann zu Großenhayn in Sachſen, **Chriſtoph Adolph Balduin** zufälligerweiſe entdeckte, daß das Rückbleibſel der Deſtillation einer Kreideauflöſung in Scheidewaſſer ebenfalls Licht einſauge (ſ. *Balduini* Aurum ſuperius et inferius aurae ſuperioris et inferioris hermeticum et phosphorus hermeticus ſ. magnes luminaris. Frf. et Lipſ. 1675. 12.). Dieſer **balduiniſche Phosphorus** iſt das aus Kalkerde und Salpeterſäure entſtehende Mittelſalz, oder der Kalkſalpeter. Er leuchtet nicht ſo ſtark, als der

bononiſche Stein, verliert auch an der Luft das Vermögen zu leuchten gar bald, und läßt ſich daher am beſten in hermetiſch verſchloßnen Glasröhren aufbewahren.

Späterhin entdeckte Homberg (Mém. de Paris 1693. 1711. p. 234.) eine ähnliche Eigenſchaft an dem fixen Salmiak oder der Verbindung der Kalkerde mit der Salzſäure, welche daher der hombergiſche Phosphorus genannt wird. Dü Fay fand endlich (Mém. de Paris. 1730.) eine große Anzahl Körper, welche die Eigenſchaft, das Licht einzuſaugen, durchs Calciniren erhalten. Hierunter gehören die Auſterſchalen, die kalkartigen Verſteinerungen, der Gyps, Kalkſtein und Marmor, ſogar der gemeine Topas. Die härtern muſte er erſt in Säuren auflöſen, ehe ſie durch die Verkalkung phosphoreſciren wollten. Auch entdeckte Dü Fay (Mém. de Paris. 1735.), daß einige Diamanten und Smaragden eben dieſe Eigenſchaft ohne alle chymiſche Zubereitung beſaßen. Sie leuchteten vorzüglich ſtark, wenn ſie an der Sonne gelegen hatten; ſie verlohren ihre Kraft, wenn ſie lange Zeit dem freyen Taglichte ausgeſetzt blieben, behielten aber ihren Glanz noch immer, nachdem ſie ſechs Stunden in ſchwarzem Wachs eingewickelt geweſen waren.

Um eben dieſe Zeit ward die leuchtende Eigenſchaft der Diamanten auch von Jacob Bartholomäus Beccari wahrgenommen. Sie veranlaßte dieſen Gelehrten zu mehrern Verſuchen über die phoſphoreſcirenden Körper (ſ. Comment. De quam plurimis Phoſphoris, nunc primum detectis, in Comm. Bonon. To. II. P. II. 136. III. 498. überſ. im Allgemeinen Magazin Th. VI. 181. VII. 163.). Er bediente ſich dazu einer Art von doppeltem in einander geſteckten Cylinder, in welchen Licht fiel, wenn man ihn aufdrehte, ſo daß der darinn liegende Körper der Sonne oder dem Taglichte ausgeſetzt ward. Drehte man nun den Cylinder wieder zu, ſo ſah das Auge, das dieſe ganze Zeit über im Dunkeln geblieben war, den Phosphor leuchten. Durch dieſe bequeme Vorrichtung fand er, daß faſt alle Subſtanzen aus dem Pflanzen- und Thierreiche, wenn ſie nur vollkommen trocken waren, das Licht einſaugten. Beſonders zeigte das Papier dieſe Eigenſchaft in einem ſehr hohen Grade.

Die chymiſche Unterſuchung der erdigten durch Calcination bereiteten Lichtſauger brachte endlich **Marggraf** (Mém. de l'acad. des ſc. à Berlin. 1749. 1750. überſ. in ſ. Chymiſchen Schriften, Berlin 1761. 8. Th. II. S. 133 u. f.) zur Vollkommenheit. Er fand, daß der bononiſche Stein ein Schwerſpath ſey, und entdeckte bald, daß ſich aus allen Schwerſpathen Lichtſauger bereiten ließen, wie denn auch **Leibnitz** (Miſcell. Berol. To. I. p. 97.) ſchon bemerkt hat, daß gepülverter und erhitzter Schwerſpath (fluor) leuchte: Man glüht dieſe Spathe in einem Schmelztiegel, reibt ſie in ſteinernen oder gläſernen Mörſeln, knetet das Pulver mit Schleim von Gummitraganth zu dünnen Kuchen, die man in ſtarker Hitze trofnet, und ringsum mit Kohlen umlegt im ofnen Reverberirofen calcinirt. Wenn man ſie dann einige Minuten lang ins Licht legt, ſo leuchten ſie, wie glühende Kohlen. Marggraf konnte dieſen Phosphor aus allen Subſtanzen bereiten, welche Vitriolſäure mit einer abſorbirenden Erde enthielten, beſonders wenn etwa $\frac{1}{6}$ Thonerde, wie im bononiſchen Steine, dabey war. Ganz reine Kalkerde mit Vitriolſäure, wie im Frauenglaſe, gab nur ein ſchwaches weiſſes, dem Mondlichte ähnliches Licht.

Canton's Phosphorus (An eaſy method of making a Phoſphorus &c. in Philoſ. Transact. Vol. LVIII. überſ. im Hamburg. Magaz. B. XI.) iſt unter allen am leichteſten zu bereiten. Man brennt gemeine Auſterſchalen in einem ſtarken Kohlfeuer eine halbe Stunde lang zu Kalk, wovon der reinſte Theil gepülvert und durchgeſiebt wird. Drey Theile dieſes Pulvers und ein Theil Schwefelblumen werden in einen Schmelztiegel feſt geſtampft, und eine Stunde lang im Feuer rothglühend erhalten. Wenn die Maſſe abgekühlt iſt, ſtößt man ſie heraus, zerbricht ſie, und ſchabt die glänzendſten Stücken zu einem weiſſen Pulver, das ſich in einer trofnen Glasphiole mit eingeſchliffenem Stöpſel aufbewahren läſt. Dieſer Phosphor, der aus einer kalkartigen Schwefelleber beſteht, leuchtet, wenn er ein paar Secunden dem Taglichte ausgeſetzt geweſen iſt, im Dunkeln ſo ſtark, daß man die Stunde an der Uhr erkennen kan, wenn das Auge vorher 2 — 3 Min. geſchloßen geweſen iſt.

Man kan ihn mit Eyweiß auf Papier ſtreichen, und Figuren bilden, die durch das Taglicht, oder auch durch das Licht vom Losſchlagen elektriſcher Flaſchen leuchtend werden. Das Sonnenlicht ſchwächt die Kraft dieſes Phosphors gar nicht, wohl aber die Feuchtigkeit, die er nicht im mindeſten verträgt.

Die Hitze ſcheint gleichſam das Licht, welches in dieſen Phosphoren noch zurückgeblieben iſt, vollends auszutreiben. Dies zeigt ſich ſchon bey Beccari und Marggrafs Verſuchen; dieſe Gelehrten ziehen den Schluß daraus, daß die bloße Hitze den Phosphor leuchtend mache, welches aber nach Cantons genauen Erfahrungen durch bloße Hitze ohne Licht nicht geſchieht, wenn nicht der Körper ſchon vorher Licht eingeſogen hat.

Wilſon's Verſuche (A ſeries of experiments relating to the Phoſphori and the priſmatic colours. Lond. 1775. 4. im Auszuge in den leipziger Samml. zur Phyſik und Naturg. I B. 5 St. S. 515 u. f.) betreffen vornehmlich die Farben dieſes phosphoriſchen Lichts. Wilſon verſchloß ſich dabey in ein dunkles Cabinet von 6 Quadratſchuh Durchſchnitt und 9 Schuh Höhe, aus dem er durch eine mit Vorhängen bedeckte Oefnung die Hand hervorſtecken, und die Körper ans Licht halten konnte. Die Farben ſcheinen ſich allerdings mehr nach dem Stoffe, woraus der Phosphor bereitet iſt, als nach der Beſchaffenheit des Lichts, das er erhalten hat, zu richten. Beccari glaubte zwar zu finden, daß Phosphoren, unter farbigem Glaſe dem Lichte ausgeſetzt, nachher im Dunkeln blos mit der Farbe leuchteten, mit der ſie beſchienen worden wären. Dies würde Einſaugen und Wiedergeben des empfangenen Lichts anzeigen, und den Namen Lichtſauger völlig rechtfertigen. Wilſon aber behauptet, in ſeinen Verſuchen habe weder die Farbe des Glaſes, noch die Beleuchtung mit verſchiednen priſmatiſchen Farbenſtralen, den geringſten Unterſchied im Lichte der Phosphoren gemacht. Wäre dies, ſo ſchiene das Licht mehr der Subſtanz des erleuchteten Körpers eigen zu ſeyn. Man kan aber hieraus nicht zwiſchen Newtons und Eulers Syſtemen vom Lichte entſcheiden, weil ſich am Ende beyde Fälle

nach einem Syſtem eben ſowohl, als nach dem andern, erklären laſſen.

Die Urſache dieſer ganzen wunderbaren Erſcheinung iſt eben darum räthſelhaft, weil ſie ſo genau mit der Kenntniß der Natur des Lichts zuſammenhängt. Nach Newton müſte man ſie in der Anziehung der Körper gegen die Materie des Lichts, nach Euler darinn ſuchen, daß die in der Oberfläche erregten Vibrationen im Dunkeln noch eine Zeitlang fortdauern.

Die chymiſchen Unterſuchungen lehren, daß die vorzüglichſten Lichtſauger (denn eigentlich ſind faſt alle dunkeln Körper dergleichen) aus einer Säure, einer Erde und Phlogiſton beſtehen. Da nun die Säuren mit dem Phlogiſton einen verbrennlichen Körper oder Schwefel bilden, dagegen aber auch viel Verwandtſchaft mit den unverbrennlichen abſorbirenden Erden haben, ſo iſt Macquer geneigt, das Leuchten der Phosphoren für einen äuſſerſt ſchwachen Grad einer durch die Menge der Erde gehinderten Verbrennung, oder Zerſetzung dieſes Schwefels, zu halten. Vielleicht iſt dabey das Phlogiſton wegen der Gegenwart der Erde ſo wenig mit der Säure gebunden, daß ſchon der Stoß des auffallenden Lichts hinreicht, dieſe Verbindung zu trennen, und ein ſchwaches Brennen zu bewirken, das jedoch die fühlbare Wärme nicht beträchtlich vergrößert. Vielleicht zerſetzt ſich hiebey nach Herrn Gren das Phlogiſton ſelbſt in ſeine Beſtandtheile, nemlich in Lichtmaterie und fühlbaren Wärmeſtof, wovon die erſte dem Auge ſichtbar wird, der letztere aber ſich augenblicklich nach den gewöhnlichen Geſetzen durch die übrige ſteinigte Maſſe vertheilt. Der Schwefelgeruch der phosphoriſchen Bereitungen, die Nothwendigkeit ihrer Berührung mit den Kohlen beym Calciniren (welche Marggraf behauptet, Canton läugnet), und die Entſtehung des Lichts durch bloße Erhitzung (die aber Canton auch läugnet) ſind Macquers Gründe für ſeine Meinung. Man könnte noch hinzuſetzen, daß die Feuchtigkeit dem Leuchten hinderlich iſt, obgleich ſonſt die Phosphoren auch ohne Zutritt der Luft, in verſchloßnen Gefäßen und ſelbſt unter dem Waſſer noch leuchten. Es müſſen aber bey die-

ſem Gegenſtande erſt die Thatſachen noch mehr geprüft, und die Widerſprüche in den Verſuchen gehoben werden.

Auſſer den bisher beſchriebnen Lichtſaugern führt den Namen des **Phosphorus** ganz vorzüglich eine chymiſche Bereitung, der ich den übrigen Theil dieſes Artikels widme.

Kunkeliſcher oder Harnphosphorus.

Der **Harnphosphorus**, ſonſt auch **Brandts**, **Kunkels** oder **engliſcher Phosphorus** (Phoſphorus urinae, Anglicanus ſ. Kunkelii, *Phosphore d'Angleterre ou de Kunkel)* genannt, ward von einem hamburgiſchen Kaufmann **Brandt**, der Gold im Harne ſuchte, im Jahre 1669 (nach **Leibnitz** Hiſt. inventionis Phosphori in Miſc. Berol. To. I. p. 91. um 1677) durch Zufall entdeckt. Das Geheimniß kam durch einen gewiſſen D. Kraft nach England, wo **Boyle** den Proceß einem Deutſchen Namens **Hankwitz** mittheilte, welcher dieſen Phosphor häufig zum Verkauf verfertigte, und ein Gewerbe damit trieb (The äerial noctiluca. Lond. 1680. 8. ingl. Philoſ. Trans. no. 135. no. 196. und no. 428.). Inzwiſchen hatte **Kunkel** in Dresden, dem man die Entdeckung des Geheimnißes abſchlug, durch beharrliche Arbeit die Erfindung zum zweytenmale gemacht (Laboratorium chemicum, Hamburg, 1716. 8. S. 660. ingl. *Stahl* Exp. CCC. no. 301. p. 393.). Aber alle Methoden der bisher genannten Chymiker, und ſelbſt noch die von **Hellot** (Le phosphore de Kunkel et l'analyſe de l'urine in den Mem. de Paris. 1737.) beſchriebene waren äuſſerſt mühſam und koſtbar, und man hatte von dem Weſentlichen der Operation keine richtigen Begriffe.

Endlich zeigte **Marggraf** (Miſcell. Berol. To. VII. p. 324 und in ſ. Chymiſchen Schriften, I B. S. 57.) im Jahre 1743, daß es dabey blos auf die Deſtillation einer eignen bisher unbekannten Säure mit brennlichen Dingen ankomme, und gab dem zu Folge zwo weit leichtere Methoden zu Verfertigung des Phosphorus an. Nach der zwoten und leichteſten Art wird das natürliche Harnſalz zu

4 Theilen, mit 1 Theil zartem Kühnruß und 4 Theilen feinem weiſſen Sand vermengt, hievon zuerſt der urinöſe Geiſt abdeſtillirt, und dann bey einer mit Waſſer gefüllten Vorlage durch ſtufenweis verſtärktes Feuer der Phosphorus übergetrieben, und durch eine zweyte Deſtillation aus einer gläſernen Retorte gereiniget.

Der hiedurch erzeugte Körper iſt von zäher Conſiſtenz, durchſcheinend und weißlich. Er leuchtet im Dunkeln, und entzündet ſich an der Luft bey mäßiger Wärme (76 Grad nach Fahrenheit) von ſelbſt, wobey er mit ſtarker Flamme und häuſigem weißen Rauche brennt und den Geruch des Knoblauchs verbreitet. Man muß ihn daher ſtets unter Waſſer aufbewahren. Er heißt vorzugsweiſe **Phosphorus**, und zum Unterſchiede von andern leuchtenden Körpern auch **Harnphosphorus** (Phosphorus urinae), obgleich neuere Unterſuchungen über die Phosphorſäure gelehrt haben, daß man dieſelbe nicht blos aus dem Harne, ſondern auch aus andern Theilen thieriſcher Körper, beſonders aber aus den Knochen, erhalten könne.

Dieſer Phosphorus iſt nichts anders, als die mit Brennbarem verbundene Phosphorſäure. Sein Leuchten iſt eine wirkliche Zerſetzung, oder ein ſchwaches Verbrennen deſſelben, wodurch die Luft, wie durch jede andere Verbrennung, phlogiſtiſirt und vermindert wird. Er zerfließt dabey zu einer ſauren Feuchtigkeit, welche ſich von der reinen Phosphor- oder Knochenſäure gar nicht unterſcheidet, und mit brennbaren Stoffen im Feuer behandlet wieder Phosphorus giebt. Man findet hiebey eine ſehr ſtarke Vermehrung des Gewichts, und **de Morveau** erhielt aus einer Unze Phosphorus durchs Zerfließen an der Luft drey Unzen Säure. In phlogiſtiſirter Luft leuchtet der Phosphorus nicht mehr, deſto ſtärker aber in dephlogiſtiſirter. Hiebey finden ſich alle Kennzeichen einer ſchwachen Verbrennung. Daß aber, wie Herr **Gren** aus **Weſtrumb** (Beob. über die Dunſthöle zu Pyrmont, S. 217.) anführt, das Leuchten und Brennen auch in fixer Luft fortdauren ſoll, iſt noch unerklärlich, und ſcheint mehr Unterſuchung zu verdienen.

Durch Reiben oder ſonſt bey hinlänglicher Wärme entzündet ſich der Phosphorus mit einer Flamme. Der Rauch leuchtet im Dunkeln, und gewährt in dephlogiſtiſirter Luft ein prächtiges Schauſpiel. Der dickliche Rückſtand dieſer Verbrennung iſt Phosphorſäure, und zerfließt an der Luft. Entzündeten Phosphor kan man nicht durch Reiben auslöſchen oder austreten; das beſte iſt, ihn unter Waſſer zu tauchen.

Die Verbrennung des Phosphors unter einer mit Queckſilber geſperrten Glocke voll atmoſphäriſcher oder dephlogiſtiſirter Luft iſt für die Theorie des Phlogiſtons ſehr wichtig. Man zündet ihn dabey durch ein Brennglas an. Ein Gran trokner Phosphorus erfordet alsdann zum völligen Verbrennen 16 bis 18 pariſer Cubikzoll gemeine Luft. Dieſe wird phlogiſtiſirt, und nimmt um $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{5}$ an Umfange und Gewicht ab. Der aufſteigende Rauch hängt ſich an die Wände der Glocke, als weiße Blumen, die an der Luft zu Phosphorſäure zerfließen. Dieſe Blumen nebſt dem trocknen Rückſtande wiegen noch vor dem Zerfließen mehr, als der verbrannte Phosphorus, nemlich 5 Gran, wenn dieſer 2 Gran wog. Und um eben ſoviel, nemlich um 3 Gran, hat das Gewicht der Luft abgenommen.

Lavoiſier (Ueber das Verbrennen des Kunkelſchen Phosphorus, aus den Mém. de Paris. 1777. überſ. in **Crells** Neuſten Entdeckungen, Th. V. S. 135.) hat auf dieſe Erſcheinungen vorzüglich ſein antiphlogiſtiſches Syſtem gebaut, nach welchem die Phosphorſäure durch die Verbindung der in der reinen Luft enthaltenen *Baſe oxygène* mit dem Phosphorus erzeugt wird; daher die Säure ſchwerer wird, als der Phosphorus ſelbſt, ſ. **Phlogiſton**. Es läſt ſich aber alles nach der gewöhnlichen Stahliſchen Theorie vom Phlogiſton erklären, wenn man zugiebt, daß zur Säure das hinzukomme, was von der Luft hinweggeht, d. i. der reinere Theil derſelben, oder die dephlogiſtiſirte Luft. Mir ſcheint dies immer das natürlichſte. Man ſieht doch offenbar, daß die Luft vermindert wird, und daß der Säure an Gewicht eben ſoviel beytritt, als der Luft abgeht. Daß dieſer Zuſatz die Luftgeſtalt ablegt, iſt natürlich, weil ihm

der zur Luftgeſtalt nöthige Feuerſtof entzogen wird. Vielleicht bildet er mit dem Brennbaren des Phosphorus Waſſer, und verbindet ſich als ein ſolches mit der Säure, welches auch Herr Weſtrumb (Kleine phyſikaliſch-chemiſche Abhdl. B. II. Heft I. S. 1 u. f.) annimmt. Herr Gren nennt zwar dieſe Meinung wunderlich, weil die Phosphorſäure ihre Gewichtszunahme auch im ſtärkſten Glühfeuer nicht wieder verliere, beym Abbrennen des Phosphors über Queckſilber nicht flüßig werde, und das Waſſer ſich an den brennenden Phosphor nicht anhängen könne, ohne in Dampf verwandlet zu werden. Es iſt aber dabey doch zu bedenken, daß man die Unterſuchung und Abwägung der ſauren Blumen und des Rückſtands erſt alsdann anſtellt, wenn die Glühhitze vorüber iſt.

Man nützt die leichte Entzündlichkeit des Phosphorus zu Verfertigung der turiner Kerzen und des tragbaren Feuers. Die erſten, eine Erfindung des Herrn Peibla zu Turin, ſind dünne polirte Wachskerzchen in eine am Ende zugeblaſene Glasröhre eingeſteckt, in die man zuvor etwas Phosphorus mit wenigen Körnchen Schwefel gethan, und mit dem Dachte der Kerze an der Lampe verſchmolzen hat, bis der Phosphorus nicht mehr leuchtet. Beym Gebrauche entzünden ſich die herausgezognen Kerzchen von ſelbſt. Da die Operationen mit Phosphorus gefährlich ſind, ſo muß der, der ſolche Kerzen verfertigen will, die Vorſichtsregeln genau in Acht nehmen, die D. Ingenhouß Vermiſchte Schriften, durch N. Molitor. Wien, 1784. gr. 8. I Band, S. 228 u. f.) vorſchreibt. Das tragbare Feuer iſt ein Fläſchgen mit Eiſenfeile, Sand oder Knochenaſche, oben mit einer Schicht von feſt angedrücktem Phosphorus, auf dem man beym Gebrauch den in ein Pulver von Schwefel und Bärlappſamen getauchten Dacht einer Kerze reibt, welcher ſich nach dem Herausziehen entzündet. Dies ſind Spielwerke, die viel Behutſamkeit erfordern.

Im Waſſer löſet ſich der Phosphorus nicht auf, wird aber undurchſichtig, gelb und mit einer ſtaubigen Rinde überzogen. Daß man ihn durch Schütteln in heiſſem Waſſer in ein Pulver zertheilen könne, lehrt Fordyce

(Phil. Trans. Vol. LXVI. p. 584). In den Oelen löſet er ſich leicht auf; die Solutionen, beſonders die im Nelkenöle, leuchten ſtark im Dunkeln, ohne ſich zu entzünden, und ſind daher weit ſicherer zu allerley Spielwerken brauchbar, als der Phosphorus ſelbſt.

Die mineraliſchen Säuren zerſetzen den Phosphorus nach dem Maaße ihrer Verwandtſchaft gegen das Phlogiſton, mit ſtarker Erhitzung. Durch eine ſchwache Salpeterſäure läſt er ſich nach **Lavoiſier** (Mém. de Paris. 1780 und in **Crells** chem. Annalen 1787. B. I. S. 258.) ohne Verbrennen zerſetzen, und in ſehr reine Phosphorſäure mit einer ſtarken Vermehrung des Gewichts verwandlen. Die ätzenden Laugenſalze erhitzen ſich mit ihm unter ſtarkem Schäumen, die hervorbrechenden Luftblaſen entzünden ſich beym Zugange der Luft, und im pnevmatiſch-chymiſchen Apparat aufgefangen geben ſie die Phosphorluft, ſ. **Gas, phosphoriſches.**

Die Erſcheinungen des Kunkeliſchen Phosphorus machen es noch wahrſcheinlicher, daß das Leuchten aller Phosphoren überhaupt ein ſchwaches Verbrennen oder eine Zerſetzung und Entweichung des Phlogiſtons ſey. Auch der Kunkelſche Phosphor beſteht, wie die übrigen, aus einer mit dem Brennbaren ſehr ſchwach verbundenen Säure, und die Analogie erfordert alſo, das Leuchten bey den übrigen eben ſo, wie bey ihm, zu erklären. Auch die Fäulniß, bey der offenbar Zerſetzung des Körpers und Entweichung des Phlogiſtons vorgeht, iſt oft mit Leuchten verbunden, ſ. **Leuchtende Körper.**

Uebrigens wird man noch einiges hiemit zuſammenhängende bey dem Worte **Pyrophorus** finden.

Macquer chymiſches Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Phosphorus, Phosphoren, erdigte.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 265 u. f.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der Chemie, II Th. 1 B. Halle, 1789. gr. 8. §. 1222 u. f.

Phosphorſäure, Knochenſäure, Acidum phosphori ſ. phosphoricum, *Acide phosphorique.* Eine

eigne von allen übrigen verſchiedene Säure, welche **Marggraf** zuerſt im Harnphosphorus entdeckte, die aber nachher von Gahn (Medic. Comment. einer Geſellſch. Aerzte in Edinburg, Th. III. St. 1. Altenb. 1776. S. 97.) auch als ein Beſtandtheil der thieriſchen Knochen erkannt, und ſeitdem auch im Pflanzen- und Mineralreiche gefunden worden iſt. Ihre Bereitung aus Knochen lehren **Scheele**, **de Morveau**, **Dollfuß** (Pharmacevtiſch-chemiſche Erfahrungen, Leipz. 1787. 8. S. 60 u. f.), und aus ſchwarzgebrannten Knochen **Nicolas** (in *Rozier* Journal de phyſ. 1778. Vol. II. p. 449.).

Sie hat auſſer den allgemeinen Eigenſchaften der Säuren eine große Feuerbeſtändigkeit, und fließt in der Hitze zu einem durchſichtigen Glaſe, deſſen eigenthümliches Gewicht 2,687 iſt. Selbſt im Glühfeuer wird ſie nicht verflüchtiget, wenn ſie nicht mit Brennbarem verbunden iſt. Mit Waſſer erhitzt ſie ſich bey der Auflöſung: zieht auch daſſelbe ſtark an, und zerfließt daher an der Luft.

Mit den Laugenſalzen und Erden bildet ſie eigne Neutral- und Mittelſalze, mit dem flüchtigen Alkali insbeſondere den **Phosphorſalmiak**, der ſich auch von Natur im Harne findet, und einen Beſtandtheil des **Harnſalzes** (ſal urinae, ſal microcoſmicum) ausmacht. Mit dem Phlogiſton auf dem troknen Wege verbunden, giebt ſie den Kunkelſchen Phosphorus, von welchem im vorhergehenden Artikel gehandlet wird.

Stahl hatte die Säure des Phosphorus für Salzſäure erklärt, und **Marggraf**, wahrſcheinlich aus Achtung für Stahls Ausſpruch, entſcheidet noch ſelbſt nicht geradezu für ihre eigenthümliche Natur, die doch ſeine Verſuche ganz klar beweiſen. Einige haben ſie auch mit **Hofmann** und **Vogel** für eine Miſchung der Vitriol- und Salzſäure halten wollen. Aber, ſeitdem man ſie aus den Knochen zu ziehen gelernt, und ihre Verbindungen genauer unterſucht hat, iſt über das Eigenthümliche derſelben kein Zweifel zurückgeblieben.

Gren ſyſtemat. Handbuch der Chemie, II B. I Th. §. 1180 u. f.

Photometrie, Photometria, *Photometrie.* Dieſen Namen hat **Lambert** derjenigen Wiſſenſchaft gegeben, welche ſich mit Ausmeſſung der Stärke des Lichts beſchäftiget, und nur erſt in neuern Zeiten den übrigen optiſchen Wiſſenſchaften beygefügt worden iſt.

Schon **Huygens** (Coſmotheor. L. II. p. 136.) machte einen Verſuch, das Licht der Sonne und des Sirius zu vergleichen, ſ. **Fixſterne**, der aber wegen des Unbeſtimmten in ſeiner Methode ſehr fehlerhaft iſt. Ein Capuciner zu Paris **Franz Maria** (Nouvelles decouvertes ſur la lumiere. 1700.) glaubte, das Licht nehme beym Durchgange durch mehrere Gläſer in arithmetiſcher Reihe ab, und ſuchte dieſem Grundſatze gemäß die Stärke deſſelben durch die Anzahl der Gläſer zu beſtimmen, die es unmerklich machten. **Celſius** (Hiſt. de l'acad. de Paris. 1735. p. 7.) that den Vorſchlag, die Stärke des Lichts durch die Stärke der Erleuchtung zu meſſen, welche nöthig iſt, um Gegenſtände in verſchiedenen Entfernungen deutlich zu ſehen. Alle dieſe Methoden führen auf unbeſtimmte Begriffe von der Stärke des Lichts.

Bouguer ward durch einen Aufſatz von **Mairan** (Mém. de Paris. 1721.), worinn das Verhältniß der Stärke des Sonnenlichts am längſten und kürzeſten Tage zu Paris als bekannt angenommen war, zu Prüfungen veranlaſſet, die ihm ein ganz neues Feld optiſcher Kenntniße eröfneten. Seine erſten Arbeiten hierinn (Eſſai d'optique. Paris, 1729. 12mo.) waren nur die Vorbereitung zu einem weit größern Werke, an welchem er mitten unter vielen andern Beſchäftigungen bis an ſeinen 1758 erfolgten Tod arbeitete. Erſt nach demſelben ward es von ſeinem Freunde, dem Abt **de la Caille** herausgegeben (Traité d'optique ſur la gradation de la lumiere, par *M. Bouguer*. à Paris, 1760. 4maj.). Es iſt auch zu Wien 1762 vom **P. Scherffer** ins Lateiniſche überſetzt herausgekommen.

Zugleich erſchien über eben dieſen neuen Haupttheil der Optik auch in Deutſchland das vortrefliche Werk des Herrn **Lambert** (Photometria, ſive de menſura et gradibus lu-

minis, colorum et umbrae. Aug. Vindel. 1760. 8.), welches die Arbeit des franzöſiſchen Gelehrten an ſyſtematiſcher Gründlichkeit, Vollſtändigkeit und tieferer mathematiſchen Berechnung unſtreitig übertrift. Der erſte Theil deſſelben ſetzt die erſten Begriffe und Grundſätze der neuen Wiſſenſchaft ſo auseinander, wie ich es bey dem Worte Licht (Th. II. S. 883 u. f.) in der Kürze vorgeſtellt habe. Der zweyte Theil handlet von den Veränderungen, die das Licht beym Durchgange durch durchſichtige Körper, beſonders durch Glas, leidet; der dritte von der Berechnung des zurückgeworfenen Lichts, und der fünfte von der Zerſtreuung des Lichts durch die Atmoſphäre. Alle dieſe Unterſuchungen ſind ganz neu. Der vierte und ſechſte Theil betreffen die geſehene Helligkeit durch Fernröhre und die Erleuchtung unſers Sonnenſyſtems, wobey ſchon andere, beſonders Smith im Lehrbegriffe der Optik, etwas vorgearbeitet hatten. Der letzte Theil endlich handlet von der Stärke des gefärbten Lichts und der Schatten.

Aus Bouguers und Lamberts Schriften findet man lehrreiche Auszüge in Prieſtley's von Herrn Klügel herausgegebner und vermehrter Geſchichte der Optik (S. 304—327 ingl. S. 393—398.), und den ſämtlichen bekanntgewordenen Entdeckungen und Unterſuchungen der Photometrie hat Karſten einen eignen Theil ſeines ſchätzbaren Lehrbegrifs der geſamten Mathematik (Achter Band, Photometrie. Greifswald, 1777. 8.) gewidmet.

Phyſik, Naturlehre, Naturkunde, Naturwiſſenſchaft, Phyſica, Phyſice, Philoſophia naturalis, *Phyſique.* Dieſen Namen führt die geſamte Lehre von der Natur der Körperwelt, oder von den Eigenſchaften, Kräften und Wirkungen der Körper. Im weitläuftigſten Sinne des Worts gehört zur Naturwiſſenſchaft alles, was jemals über die Körper erfahren oder gedacht worden iſt. So rechnet Segner (Einleitung in die Naturlehre, Abſchn. I. §. 1.) zur Naturlehre alles, was wir von Körpern überhaupt und von den beſondern Arten derſelben wiſſen können, und Herr Wilke in Stockholm äuſſert in einem Brie-

ſe an Karſten, er kenne nur eine einzige menſchliche Wiſſenſchaft, nemlich die Phyſik, die er für nichts anders, als für eine geordnete Sammlung aller Kenntniße halte, welche Menſchen bisher durch ihre Sinne und durch vernünftiges Nachdenken über die materielle Welt hätten entdecken können. In dieſer ſehr weitläuftigen Bedeutunng aber wird der Umfang der Wiſſenſchaft ſo groß, daß zum vollſtändigen Unterrichte in derſelben kaum die Lebenszeit eines Menſchen hinreichen dürfte. Es iſt daher nöthig und gewöhnlich, von dieſer großen Sammlung menſchlicher Kenntniße einige anſehnliche Fächer, als beſondere Wiſſenſchaften, zu trennen, und nur dem, was alsdann übrig bleibt, den Namen der eigentlichen **Phyſik** oder **Naturlehre** zu laſſen.

Daß bey ſolchen Claſſificationen der Wiſſenſchaften viel Willkührliches ſtatt finde, fällt in die Augen; auch muß man dabey auf die Bedürfniße des Lehrvortrags, beſonders des akademiſchen, Rückſicht nehmen. Hier verfährt nun immer ein Lehrer anders, als der andere, und vielleicht iſt noch kein ſolches Verfahren von allem Tadel frey geblieben. Am ordentlichſten möchte es ſcheinen, alle unſere Kenntniße von den Körpern in **hiſtoriſche**, **philoſophiſche** und **mathematiſche** zu theilen, und daraus drey Hauptabſchnitte der ganzen Naturwiſſenſchaft unter dem Namen der **Naturgeſchichte**, der **Phyſik** und der **angewandten Mathematik** zu bilden. Die Naturgeſchichte würde ſich alsdann mit der bloßen Aufzählung, Benennung und Beſchreibung der allgemeinen Stoffe ſowohl, als der beſondern Körper, ingleichen ihrer Eigenſchaften, Erſcheinungen und Wirkungen, die angewandte Mathematik mit Betrachtung der dabey vorkommenden Größen beſchäftigen. So würde für die eigentliche Phyſik die Entwickelung deſſen, was die beſondern Erſcheinungen gemein haben, oder die Entdeckung der Naturgeſetze, die Erklärung der Erſcheinungen und Begebenheiten aus dieſen Geſetzen, und die Erforſchung der Urſachen und Triebfedern übrig bleiben. Aber bey der jetzigen Beſchaffenheit der Kenntniße und des Unterrichts dürfte aus dieſer Claſſification noch zur Zeit

mehr Verwirrung als Nutzen entſpringen. Man würde ſchwerlich eine gute Ordnung der Erlernung dieſer Abtheilungen angeben können, weil jeder Theil die Hülfe der andern bedarf; und gewiſſe Theile, auf die manche Studirende beſondern Fleiß wenden müſſen, z. B. die Chymie, würden nach dieſem Plane auseinander geriſſen, und unter mehrere Fächer der Naturwiſſenſchaft vertheilt werden. Da wir endlich von den Urſachen der Phänomene noch ſo wenig wiſſen, ſo würde die eigentliche Phyſik im Verhältniß mit den beyden übrigen Theilen zu klein ſeyn, und großentheils zu Hypotheſen oder unfruchtbaren Speculationen Anlaß geben. Man kan daher dieſe Claſſification nicht in aller Strenge befolgen.

Dasjenige, was die Naturlehrer unter dem Namen der eigentlichen Phyſik vorzutragen pflegen, hat alſo noch jetzt ſehr unbeſtimmte Grenzen. Darüber ſind alle einig, daß die beſondere Naturgeſchichte oder die hiſtoriſche Kenntniß der beſondern Körper auf der Erde, ihrer Weitläuftigkeit halber, von der Phyſik getrennt, und als eine eigne Wiſſenſchaft behandlet werden müſſe. Die Chymie oder Lehre von der Bearbeitung der Stoffe, die einen weſentlichen Theil der Naturwiſſenſchaft ausmacht, hatte zu der Zeit, da man phyſikaliſche Lehrbücher zu ſchreiben anfieng, noch kaum die Form einer Wiſſenſchaft erhalten; auch dieſe ward daher gänzlich abgeſondert. Endlich war es ſchon von Alters her gewöhnlich, die mathematiſchen Betrachtungen der vornehmſten natürlichen Gegenſtände unter den Namen der angewandten Mathematik oder der mechaniſchen, optiſchen, aſtronomiſchen Wiſſenſchaften u. ſ. w. beſonders vorzutragen. So blieb für die eigentliche Phyſik nichts übrig, als die Lehren von den allgemeinen Eigenſchaften der Körper, von den einfachen Stoffen, wofür man die bekannten vier Elemente der Ariſtoteliker annahm, von der Elektricität, dem Magnetiſmus, und den Luftbegebenheiten. Man ſahe ſich genöthigt, die Lücken zwiſchen dieſen wenigen und übel verbundnen Fragmenten mit etwas auszufüllen. Hiezu wählte man nun ganz ſchicklich die Gegenſtände der angewandten Mathematik. Dieſe gehören doch

an ſich zur Phyſik, und daß man ſie nicht ohne Mathematik verſtehen kan, iſt noch kein hinlänglicher Grund, ſie der eigentlichen Naturlehre ganz zu entreißen. Man kan ja noch mehreres z. B. den Regenbogen, nicht ohne Mathematik erklären, deſſen Betrachtung doch jederzeit zur Phyſik gerechnet worden iſt. So entſtand eine Wiſſenſchaft, welche auſſer den genannten phyſikaliſchen Bruchſtücken viel angewandte Mathematik enthielt, mit gänzlichem Ausſchluß der beſondern Naturgeſchichte und Chymie. Nach dieſem Plane ſind viele vortrefliche Lehrbücher der Phyſik von Muſſchenbroek, s'Graveſande, Deſaguliers, Kraft, von Segner u. a. geſchrieben.

Neuere Entdeckungen, die unſtreitig zur Phyſik gehören, aber ohne Chymie nicht verſtändlich ſind, machten endlich den Mangel chymiſcher Lehren fühlbar. Noch Erxleben (Anfangsgr. der Naturlehre, zwote Aufl. 1777.) ſuchte dadurch auszuweichen, daß er die ganze Lehre von den Luftgattungen ausſchloß, und der Chymie vorbehielt. Aber der Einfluß dieſer Lehre auf das Syſtem der Phyſik war zu merklich, und ſo ſahe man ſich genöthiget, ſie und mit ihr die nöthigen Vorkenntniße aus der Chymie und Mineralogie in den Umfang der eigentlichen Phyſik aufzunehmen. Die Vorgänger hierinn waren in Deutſchland die Herren Karſten (Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, Halle 1783. 8.) und Lichtenberg (Dritte Auflage der Erxlebenſchen Anfangsgr. Gött. 1784. 8.).

Karſten verfiel aber dabey auf den Plan, die mathematiſchen Lehren auszuſchließen; nicht blos ihrer Weitläuftigkeit halber, ſondern vornemlich aus dem Grunde, weil ſich die eigentliche Phyſik mit Qualitäten, nicht mit Quantitäten, beſchäftigen ſolle, und weil es unbequem und wider die gute Ordnung ſey, einerley Lehren zugleich zur angewandten Mathematik, und zur Phyſik zu rechnen und in zweyerley Vorleſungen eben daſſelbe unter verſchiedenen Namen zu lehren. Er hat es aber ſelbſt nicht vermeiden können, in den acht erſten Abſchnitten ſeiner Anleitung vieles vorzutragen, was nach dieſem Plane in einem Lehrbuche der Phyſik nicht ſtehen ſollte.

Dagegen behauptete Herr Scheibel auf Veranlaſſung einer von der fürſtlich jablonowskiſchen Societät der Wiſſenſchaften zu Leipzig aufgegebnen Preißfrage (Super quaeſtionibus de philoſophiae naturalis ambitu, limitibus et ſyſtemate, in Actis Societatis Jablonovianae, To. VI. p. 183 ſqq.), die mathematiſche Betrachtung ſey von der Kenntniß der allgemeinen Eigenſchaften und Veränderungen der Körper unzertrennlich, und müſſe in der Phyſik beybehalten werden, wenn der Unterricht in derſelben nicht zu einem Spielwerke mit Verſuchen herabſinken ſolle. Eine beſondere angewandte Mathematik gebe es gar nicht; was man ſo nenne, ſey daher entſtanden, weil es bequem ſey, die Auflöſungen arithmetiſcher und geometriſcher Probleme, welche bey den phyſikaliſchen Unterſuchungen vorkommen, von den leztern zu trennen, wie z. B. die Betrachtung des Wegs geworfner Körper, die Höhenmeſſung mit dem Barometer u. dgl. Die Chymie betreffend rechnet er zwar die von der Natur ſelbſt bewirkten Auflöſungen und Zuſammenſetzungen zur Phyſik; die künſtlichen aber (alſo auch alle Verſuche über die Gasarten) will er gänzlich davon getrennt, und nur ihre Folgen, als Lehrſätze, in die beſondere Phyſik aufgenommen wiſſen. Karſten hat noch in einem kurz vor ſeinem Tode vollendeten Aufſatze (Vom eigenthümlichen Gebiet der Naturlehre in ſ. phyſiſch-chymiſchen Abhandlungen, 1 Heft, Halle, 1786. 8.) ſeine Ausſchließung der angewandten Mathematik aus dem phyſikaliſchen Gebiete umſtändlich zu rechtfertigen geſucht.

Durch dieſe Verſuche ſcheint jedoch der Zweck einer genauen Grenzbeſtimmung zwiſchen der eigentlichen Phyſik auf einer, und der Naturgeſchichte, Chymie und angewandten Mathematik auf der andern Seite, noch nicht erreicht zu ſeyn. Die mathematiſchen Lehren ganz auszuſchließen, iſt nicht möglich, wenn die Wiſſenſchaft ein zuſammenhängendes Ganzes bleiben ſoll. Die Betrachtung der Größe iſt zu genau mit allen menſchlichen Kenntnißen verwebt, als daß ſich ohne ſie von den Qualitäten etwas deutliches erkennen oder lehren ließe. Faſt alle Beobachtungen und Verſuche erfordern mathematiſche Beſtimmungen, und

die aus ihnen gezognen Geſetze erhalten nur durch ſolche Beſtimmungen ihre Vollkommenheit. Daher werden wenig Beweiſe der Naturgeſetze, wenig Erklärungen der Phänomene ohne mathematiſche Betrachtung möglich ſeyn. Was für eine Phyſik würde übrig bleiben, wenn man dies alles trennen oder übergehen wollte. Daß die Chymie einen eben ſo unentbehrlichen Theil der Naturlehre ausmache, wird jetzt allgemein anerkannt. Nach Herrn Scheibels Beſtimmung alle künſtlichen Bearbeitungen der Stoffe auszuſchließen, iſt darum unmöglich, weil ohne dieſelben nicht einmal die nothwendigſten Begriffe von Auflöſung, Niederſchlag, Verwandtſchaft, Luftgeſtalt u. ſ. w. gefaßt, und die davon abhängenden Geſetze und Erſcheinungen erklärt werden können.

Bey den Worten **Naturgeſchichte, Chymie, Mathematik** habe ich mich bemüht, den Umfang deſſen, was man zu dieſen Wiſſenſchaften rechnet, ſo genau, als möglich war, zu beſtimmen. Dieſe drey großen Abſchnitte müſſen ihrer Weitläuftigkeit halber als beſondere Theile angeſehen werden, damit es dem Lernenden frey bleibe, ſich ſeiner beſondern Abſicht gemäß mit dem einen mehr, als mit dem andern, zu beſchäftigen. Zu ihnen kömmt nun noch die eigentliche **Phyſik**, nicht nur um die Lücken auszufüllen, ſondern auch um ein zuſammenhängendes Ganzes zu bilden, in welchem die allgemeinen Geſetze dargeſtellt und erwieſen, die Erſcheinungen aus denſelben erklärt, und die Urſachen der Begebenheiten, ſo weit möglich, verfolgt werden. Dieſes Ganze kan nicht für ſich beſtehen, wenn nicht ein gewiſſer Theil der Chymie und angewandten Mathematik mit in daſſelbe aufgenommen, auch ſelbſt etwas von der Naturgeſchichte, beſonders der Mineralogie, beygebracht wird. So entſteht eine Wiſſenſchaft, welche blos reine **Mathematik** als unentbehrlich vorausſetzt, und dennoch ſchon an ſich eine ziemlich vollſtändige Kenntniß der Körperwelt gewährt, mit deren Erlernung man alſo den Anfang machen, und nachher ſelbſt wählen kan, ob man in einem oder in mehreren der obengenannten drey Abſchnitte weiter fortgehen wolle.

Nach dieſem Begriffe von Phyſik habe ich den Umfang desjenigen zu beſtimmen geſucht, was ich in gegenwärtigem Wörterbuche von dieſer Wiſſenſchaft beyzubringen hatte. Ich geſtehe gern, daß der Begrif unbeſtimmt ſey, und der Willkühr des Lehrers oder Schriftſtellers zu viel überlaſſe. Aber jede genauere Beſtimmung ſchloß Gegenſtände aus, die man doch gewiß in einem phyſikaliſchen Wörterbuche erwartet und höchſt ungern vermißt haben würde. Ich habe daher viel angewandte Mathematik aufgenommen, weil ich lebhaft überzeugt bin, daß ſich ohne dieſelbe eine gründliche Kenntniß der Natur nicht denken läſt, wie ſchon Herr Käſtner (Ueber die Verbindung der Mathematik und Naturlehre, Göttingen, 1768. 4. und in ſ. Vermiſchten Schriften, Altenburg, 1772. gr. 8.) ſo ſchön geſagt hat. Selbſt die, welche mathematiſche Betrachtungen aus den phyſikaliſchen Lehrbüchern ausſchließen, werden doch dieſelben in einem Wörterbuche, das an ſyſtematiſche Ordnung nicht gebunden iſt, und einen weitern Umfang verſtattet, nicht nur zulaſſen, ſondern ſelbſt nöthig finden, weil ohne ſie nicht einmal richtige Beſtimmungen der meiſten Begriffe und Sätze möglich ſind.

Herr Klügel (Encyklopädie, Berlin und Stettin, 1782. 8. Th. II. S. 3 u. f.) giebt von der Naturlehre folgenden Begrif: „Die Beſchaffenheiten der Körper, die „Naturbegebenheiten, die Geſetze und Verwandtſchaften „der körperlichen Kräfte, und die Muthmaſſungen über die „erſten Triebfedern der natürlichen Wirkungen beſchäftigen „die **Naturlehre**.“ Er erinnert hierauf an die Unentbehrlichkeit der Mathematik, da viele phyſiſche Lehren ſogar tiefe mathematiſche Einſichten erfordern, beſonders, wenn es auf Bewegungen ankömmt, deren Richtung und Geſchwindigkeit ſich deutlich darſtellt, wie in der Mechanik, Optik, Aſtronomie. Daraus entſtehe eine beſondere Abtheilung der Mathematik, unter dem Namen der **angewandten**. Dieſe unterſcheide ſich von der Phyſik dadurch, daß ſie ſich nicht auf die Beſchaffenheiten der Körper und auf die Erforſchung der Urſachen einlaſſe, und oft ganz mathematiſche Unterſuchungen anſtelle, bey denen ſich faſt alles phyſikaliſche

aus den Augen verliere. Materien, bey denen die Bewegung keiner ſo deutlichen Darſtellung fähig ſey, überlaſſe ſie zwar der Naturlehre, komme aber dieſer auch dabey zu Hülfe. Zu den Gegenſtänden der **eigentlichen Naturlehre**, von der noch Mineralogie und Chymie abgeſondert bleibt, rechnet Herr **Klügel** „die allgemeinen oder vielen „Körpern zukommenden Eigenſchaften, die Geſetze der Be„wegung, die Anziehung, die Elektricität; ferner die Ma„terien, welche Hauptttheile der Erde ausmachen oder allge„mein verbreitet ſind, Waſſer, Luft, Feuer, Licht und „Beſtandtheile der Körper überhaupt (wo ſie mit der Chy„mie gemeinſchaftliche Sache mache, dieſer aber die beſon„dern Anwendungen überlaſſe); weiter die Lufterſcheinun„gen und Naturbegebenheiten in dem unſere Erde umge„benden Weſen; endlich die Bewegungen und Beſchaffen„heiten der Himmelskörper." Herr Klügel ſelbſt und viele andere Schriftſteller nennen dieſe Lehren auch **allgemeine Naturlehre**, und trennen davon die Naturgeſchichte unter dem Namen einer beſondern **Phyſik der Erde**.

Hingegen theilen andere, z. B. **Eberhard**, **Scheibel**, **Gren**, die eigentliche Naturlehre ſelbſt in eine **allgemeine** und **beſondere** ein. Sie rechnen zu jener die Betrachtung der allgemeinen Eigenſchaften der Körper, der Bewegung, des Gleichgewichts, des Widerſtands; zu dieſer die Lehre von den beſondern Stoffen und Körpern, als Wärmeſtof, Licht, Luft, Waſſer, elektriſcher und magnetiſcher Materie, der Erde, dem Luftkreiſe, den Himmelskörpern, u. ſ. w.

Von einer andern Eintheilung der Naturlehre in **theoretiſche** oder **dogmatiſche**, und **Experimentalphyſik** iſt bereits bey dem Worte **Experimentalphyſik** gehandlet worden.

Den Gedanken, daß es noch jetzt zu früh ſey, an eine genaue Claſſification und Eintheilung der ganzen Naturwiſſenſchaft zu denken, habe ich ſchon im Artikel **Chymie** (Th. I. S. 508.) geäuſſert. Ich werde in dieſer Meinung noch durch folgende Betrachtung beſtärkt. Erklärung der Phänomene wird doch von allen als der Hauptzweck der ei-

gentlichen Phyſik angegeben. Man mag wohl darunter Erklärung aus den Urſachen verſtehen. Aber wie viel giebt es denn Phänomene, die wir aus ihren wahren Urſachen richtig, vollſtändig und ohne Einmiſchung von Hypotheſen zu erklären wiſſen? Soll alſo die Phyſik nicht blos Hypotheſen, ſondern Wahrheiten lehren, ſo muß man in den meiſten Fällen mit Erklärungen aus den allgemeinen Erfahrungen oder Naturgeſetzen zufrieden ſeyn, die uns oft hinlänglich belehren, was geſchehe und geſchehen müſſe, ohne uns zu ſagen, warum und wodurch es geſchehe, ſ. Phänomene. Da nun die Naturgeſetze nur durch Induction aus Erfahrungen bewieſen werden können, ſo müſſen wir in die Gründe unſerer Erklärungen einen großen Theil des Schatzes von Beobachtungen und Verſuchen hineinziehen, der noch bis jetzt die einzige wahre Grundlage aller Phyſik ausmacht, der aber ohne mathematiſche Betrachtung weder verſtanden noch richtig gebraucht werden kan, und der überdies einen großen Theil der Chymie und Naturgeſchichte ſelbſt in ſich begreift. Wenn wir einſt zu vollkommner Kenntniß der Urſachen gelangen, und im Stande ſeyn werden, die Naturgeſetze als nothwendige Folgen aus dieſen Urſachen zu erweiſen, dann erſt wird es Zeit ſeyn, die analytiſche Methode zu verlaſſen, und das Gebäude mit genauer Abſonderung des hiſtoriſchen und mathematiſchen Theils von der philoſophiſchen Kenntniß der Urſachen, ſynthetiſch aufzuführen.

Von der Geſchichte der eigentlichen Phyſik bleibt hier nicht viel zu ſagen übrig, da die Schickſale ſo vieler zum Umfange der Naturwiſſenſchaften gehörigen Theile und Abſchnitte, ſelbſt einzelner Lehren und Gegenſtände, beſonders erzählt worden ſind. Ich will alſo nur etwas weniges von den Syſtemen und Methoden im Ganzen genommen beybringen.

Erfahrungen über die Körper bieten ſich dem Menſchen, ſobald er thätig wird, von ſelbſt dar. Nothwendigkeit und Neugierde veranlaſſen ihn auch bald, darüber nachzudenken und weiter zu forſchen. So entſtanden ſchon bey den älteſten Völkern Kenntniße, die zur Phyſik gehören.

Sie mögen freylich mehr die praktiſche Bearbeitung der Körper, als den wiſſenſchaftlichen Theil, betroffen haben; inzwiſchen ſind die Egyptier, Chaldäer, Phönicier ſchon bey den Alten wegen ihrer aſtronomiſchen, mechaniſchen und chymiſchen Einſichten berühmt geweſen. Die Kenner und Lehrer dieſer Wiſſenſchaften wurden **Weiſe** (Magi, Sophi) genannt, wofür die Griechen den beſcheidnern Namen **Freunde oder Befliſſene der Weisheit** (Philoſophi) einführten.

In den Schulen der Griechen ward die Phyſik als ein weſentlicher Theil der Philoſophie betrachtet, und ganz wiſſenſchaftlich behandlet. Hier findet man den eigentlichen Urſprung der Syſteme und Theorien, obgleich manche Ideen darinn von den Weiſen älterer Völker entlehnt ſeyn mögen. Aber die Begierde zu erklären und Urſachen der Dinge anzugeben, ſtieg bey ihnen weit höher, als es der damals noch ſo geringen Anzahl richtiger Erfahrungen gemäß war. Daher findet man in den phyſikaliſchen Schriften der Griechen ſo oft mehr Träume und Subtilitäten, als gründliche Belehrungen. „**Pythagoras** verhüllte „ſeine Sätze in Gleichniße und Eigenſchaften der Zahlen, „deren Bedeutungen man ſchon viele Jahrhunderte mit mehr „Eifer, als die Sache werth iſt, nachgeforſcht hat. **Pla**„**to** verwandlete die Naturlehre in eine Metaphyſik, und „**Ariſtoteles** in einen logiſchen Kampfplatz" (v. **Rohr** phyſikal. Bibliothek durch Käſtner, S. 2.). Inzwiſchen iſt unter den vielen von ihnen vorgetragnen Meinungen manches, was man in neuern Zeiten wahr befunden oder wieder angenommen hat. So war ja ſelbſt die copernikaniſche Weltordnung ſchon ein Gedanke der Pythagoräer. Leucipps und Demokrits atomiſtiſche Philoſophie kömmt dem Begriffe ſehr nahe, den ſich die beſten neuern Phyſiker von der Zuſammenſetzung der Körper machen, ſ. **Materie**. Daß das Licht dem Schalle ähnlich ſey, ſagt auch ſchon Ariſtoteles, ſ. **Licht** (Th. II. S. 891.). **Dutens** hat faſt alle Erfindungen und Meinungen der Neuern ſchon bey den Griechen finden wollen; aber das Uebertriebne dieſes Verfahrens

iſt von Herrn Engel (Der Philoſoph für die Welt, 1ſtes Stück, Leipz. 1775. 8.) ſehr gut gezeigt worden.

Obgleich die Griechen in den willkührlichen Speculationen viel zu weit giengen, ſo haben ſie doch darum die Beobachtungen nicht vernachläßiget, und den Werth derſelben ſehr wohl erkannt. Auſſer den zur Naturgeſchichte gehörigen Schriften des Theophraſt und Ariſtoteles beweiſen dies vorzüglich des Hippokrates Werke, in welchen man ſo viel ächten Beobachtungsgeiſt und eine ſo muſterhafte Methode, aus Erfahrungen zu ſchließen, antrift. Wäre dieſe Methode auſſer der Arzneykunde auch in den übrigen Theilen der Naturlehre befolgt worden, ſo könnten die Schriften der Alten eben ſo die Grundlage für unſere Phyſik ſeyn, wie es die Bücher des Hippokrates für die praktiſche Arzneykunde ſind. Aber man begnügte ſich, die Natur ſo zu betrachten, wie ſie ſich von ſelbſt zeigte, und ließ die Verſuche gänzlich fehlen, die doch zu Entdeckung der Naturgeſetze unentbehrlich ſind. Ueberdies war ſelbſt der Beobachtungskreis durch die Schwierigkeiten der Mittheilung zwiſchen entlegnen Orten ſehr eingeſchränkt, und die fleißigſten Sammler von Beobachtungen wurden oft durch unwiſſende oder praleriſche Reiſende mit abgeſchmackten Erdichtungen hintergangen.

Unter den Römern hat Lucrez das epikuräiſche Syſtem in einem Gedichte (De rerum natura Lib. VI. c. interpr. et notis *Th. Creech.* Oxon. 1695. 8. Baſil. 1770. 8maj.) und Seneca einige phyſikaliſche Unterſuchungen nach den Grundſätzen der Stoiker (Quaeſtionum naturalium L. VII. Venet. 1522. apud *Aldum)* vorgetragen. Die 37 Bücher des ältern Plinius von der Naturgeſchichte enthalten immer einen reichen Schatz von phyſikaliſcher Gelehrſamkeit, obgleich ihr Verfaſſer mehr bemüht war, viel zu ſammlen, als die Wahrheit des Geſammleten zu prüfen.

Im mittlern Zeitalter erhielten ſich bey den Arabern einige mit der Phyſik verbundene, beſonders mathematiſche und mediciniſche Kenntniße, die man gröſtentheils aus den Schriften der Alten gezogen, aber mit vielen aſtrologiſchen und myſtiſchen Thorheiten vermengt hatte. Dennoch ſind in dieſen dunkeln Zeiten einige wichtige praktiſche Entdeckun-

gen, z. B. der Magnetnadel, der Brillen, gemacht worden, ob man gleich in einer ſo tiefen Unwiſſenheit über die Wirkungen der Körper lebte, daß **Roger Bacon** und andere, wegen ihrer gründlichern Kenntniß der Naturlehre für Zauberer gehalten wurden.

Während dieſes finſtern Zeitraums war in den Schulen das Anſehen des Ariſtoteles auf einen unglaublich hohen Grad geſtiegen. Noch lange Zeit nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften im Occident herrſchte dieſe faſt abgöttiſche Verehrung der ariſtoteliſchen Schriften und Lehren mit unwiderſtehlicher Macht. Die damalige **ſcholaſtiſche Philoſophie** begrif zwar dem Namen nach die Phyſik, als einen weſentlichen Theil, in ſich: allein dieſe Phyſik befand ſich in dem traurigſten Zuſtande. Ohne irgend ein Naturgeſetz richtig zu kennen, verlohr man ſich in eine leere und nichtsbedeutende Terminologie, und glaubte die Phänomene durch Worte zu erklären, welche im Grunde entweder gar keinen Sinn hatten, oder doch höchſtens nur die Phänomene ſelbſt wieder ausdrückten. Dies war der Fall bey den Erklärungen, die aus der Abneigung gegen die Leere, aus der plaſtiſchen Kraft, und den übrigen **verborgnen Qualitäten** (qualitates occultae) der Scholaſtiker hergeleitet wurden. Die Urſache, warum der Mohn ſchläfrig macht, lag in der einſchläfernden Qualität deſſelben. Solche Erklärungen laſſen ſich freylich von allen Dingen geben. Aber man hielt dies dennoch für wahre Weisheit, und fand ein Verbrechen darinn, von den Ausſprüchen und Terminologien des Ariſtoteles, oder vielmehr von den eingeführten Auslegungen und Anwendungen derſelben abzugehen.

Der erſte, der aus dem Nebel dieſer finſtern Schulphiloſophie den Weg zu einer deutlichen, ſichern und brauchbaren Kenntniß der Natur zeigte, war der engliſche Lord Kanzler **Bacon von Verulam** († 1626), deſſen Werke verſchiedenemale geſammlet worden ſind (*Franc. Baconis de Verulamio* Scripta in naturali et univerſa philoſophia. Amſtel. 1653. 12. edit. *Sim. Jo. Arnoldi.* Lipſ. 1694. fol. The philoſophical works of *Francis Bacon* methodized

and made engliſh by *Peter Shaw*. Lond. 1733. 4maj. Vol. I—III.). Seine Inſtauratio magna ſ. De augmentis ſcientiarum enthält Gedanken über die Verbeſſerung aller Wiſſenſchaften, und insbeſondere der Naturlehre, in welcher er anräth, den Weg der Speculation zu verlaſſen und blos der Erfahrung zu folgen; die Schrift: De interpretatione naturae zählt die Gegenſtände auf, welche nach ſeinem Vorſchlage zu bearbeiten waren, und die Hiſtoria ventorum giebt ein Beyſpiel ſeiner Methode.

Schon im ſechszehnten Jahrhunderte hatte **Copernikus** einen wichtigen Schritt gegen das Anſehen des Ariſtoteles und der verjährten Meinungen gewagt, durch die Bekanntmachung ſeiner Weltordnung, welche doch zur damaligen Zeit noch nicht allgemeinen Beyfall finden konnte. Aber vom Anfange des ſiebzehnten Jahrhunderts an vereinigte ſich auf einmal eine Menge günſtiger Umſtände, die den Fall der ſcholaſtiſchen Philoſophie und Phyſik vorbereiteten. **Galilei**, ein Mann von durchdringendem Scharfſinn und ächtem Beobachtungsgeiſte, entdeckte um dieſe Zeit durch Erfahrung und richtige Anwendung der Mathematik die wahren Geſetze der Bewegung fallender, geworfener und ſchwingender Körper. Zugleich machte er durch die neuerfundnen Fernröhre Entdeckungen am Himmel, die ihn an der Wahrheit des copernikaniſchen Weltſyſtems nicht länger zweifeln ließen. **Tycho de Brahe** hatte ſchon vorher die praktiſche Sternkunde verbeſſert, und einen Schatz von genauern Beobachtungen geſammlet, der glücklicher Weiſe in **Keplers** Hände fiel. Dieſer große Mathematiker entwickelte daraus ſeine vortreflichen Regeln, welche die Hauptgeſetze der Bewegung der Planeten enthalten, und das copernikaniſche Syſtem in ſein völliges Licht ſetzen. Er machte überdies eine ungemein glückliche Anwendung der Geometrie auf die Erklärung des Sehens und der Phänomene der Brechung, und kam dabey der Entdeckung der wahren Geſetze ſehr nahe. Um eben dieſe Zeit ſchrieb **Gilbert** in England über Magnetiſmus und Elektricität, **Stevin** fand die Geſetze des Gleichgewichts mehrerer Kräfte und des

Drucks flüßiger Körper, und Snellius das richtige Geſetz der Stralenbrechung.

Hiedurch gelangte man nun zu einer Menge von Kenntnißen, die durch fortgeſetzte Beobachtung faſt mit jedem Tage anwuchſen, und mit dem leeren Wortgepränge der Schulphyſik einen ſehr auffallenden Contraſt machten. Man nahm nunmehr auch die Verſuche zu Hülfe. Durch dieſe entdeckte Galilei's Schüler Torricelli im Jahre 1643 das Barometer, wodurch der Druck des Luftkreiſes bekannt und der ariſtoteliſche Begrif von Abneigung der Natur gegen den leeren Raum völlig widerlegt ward. Um dieſe Zeit erwachte der Geiſt der Experimentaluntersuchung und der mathematiſchen Phyſik auf einmal in mehrern Ländern. In Deutſchland erfand Otto von Guericke die Luftpumpe und die elektriſche Schwefelkugel, Kircher und Schott trugen eine große Anzahl von Verſuchen und Beobachtungen zuſammen, in Frankreich erklärte Paſcal die Lehre vom Drucke der Luft aus Erfahrungen, der P. Merſenne unterſuchte die Schwingungen geſpannter Saiten, und brachte durch ſeinen Briefwechſel die Gelehrten in nähere Verbindung, Gaſſendi und in Italien Riccioli beſtätigten die erfundenen Wahrheiten durch neue Verſuche.

Das hiedurch ſchon untergrabne Gebäude der ſcholaſtiſch-ariſtoteliſchen Phyſik ward endlich durch Descartes völlig umgeſtürzt. Dieſer Weltweiſe, deſſen Verdienſte bey allen ſeinen Fehlern immer ſehr groß bleiben, benützte die bis auf ſeine Zeit gemachten Entdeckungen gegen die Ariſtoteliker mit einer unwiderſtehlichen Stärke der Gründe, und lehrte bey ſeinen großen Einſichten in die Mathematik ſehr viel wahres und nützliches. Er ſuchte beſonders alle Anhänglichkeit an fremde Meinungen zu vertilgen, und durch einen heilſamen Skepticiſmus zum Selbſtdenken anzuführen. Allein auch er ward durch die Begierde, alles zu erklären und ein vollſtändiges Gebäude aufzuführen, ganz von dem ſichern Wege der Erfahrung abgezogen. Er behandlete die Erklärung der ganzen Welt, wie ein mathematiſches Problem, zu dem Materie und Bewegung die einzigen Data waren. Und doch hatte er weder von Ma-

tetrie, noch von Bewegung, richtige mit der Erfahrung übereinſtimmende Begriffe zum Grunde gelegt. Ich habe ſeine Erklärungen in dieſem Wörterbuche ſo häufig angeführt, daß es überflüßig wäre, hier Beyſpiele davon zu geben. Man ſ. vornehmlich die Artikel: **Materie, Leere, Stoß, Aether, Licht, Brechung, Magnet, Erdkugel, Wirbel.** Unter ſeinen Werken, welche zu Amſterdam (1692 — 1701. 4.) geſammlet herausgekommen ſind, gehören zur Phyſik die Principia philoſophiae, die Dioptrik, eine Schrift von den Meteoren und eine vom Menſchen. Der philoſophiſche Geiſt, der in ſeinen Schriften herrſcht, erwarb ihm beſonders in Frankreich, viele eifrige Verehrer. **Le Roy** und **le Grand** haben ſein Syſtem in kurze Lehrbegriffe gebracht, und **du Hamel** (Philoſophia vetus et nova. Paris, 1681. 4.) vergleicht es mit der ſcholaſtiſchen Phyſik, mit Erwähnung der wichtigſten damaligen Entdeckungen.

Inzwiſchen ward die Experimentalunterſuchung von andern immer eifriger fortgeſetzt. **Boyle** und **D. Hook** in England, **Grimaldi** und **Borelli** in Italien, **Paſcal, Mariotte** und **Picard** in Frankreich, machten auf dieſem Wege eine Menge wichtiger Entdeckungen. Man begnügte ſich nicht mit dem Fleiße einzelner Gelehrten, ſondern errichtete Geſellſchaften, welche zum Theil durch die Freygebigkeit der Großen mit den nöthigen Hülfsmitteln verſehen wurden. So entſtanden in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die londner Societät, die florentiner Academia del cimento, und die pariſer Akademie der Wiſſenſchaften, Inſtitute, welchen die Naturlehre unglaublich viel zu verdanken hat. Von den Mitgliedern der erſtern verdienen **Wallis, Wrenn** und **Huygens** eine beſondere Erwähnung. Sie entdeckten die wahren Geſetze des Stoßes, und Huygens erweiterte durch ſeine Erfindungen der Pendeluhr, der Geſetze des Pendels und der Schwungkraft, ſo wie durch ſeine dioptriſchen und aſtronomiſchen Theorien, alle Theile der angewandten Mathematik.

Während der letzten Helfte des vorigen Jahrhunderts gewann das Syſtem der Naturlehre eine neue Geſtalt unter

den Händen Newtons, deſſen große Verdienſte um dieſe Wiſſenſchaft an mehrern Stellen dieſes Wörterbuchs, beſonders bey den Worten Licht, Farben, Brechbarkeit, Attraction, Gravitation, Mechanik, Perturbationen, umſtändlicher angeführt worden ſind. Seine vortrefliche Methode zu philoſophiren, wobey er ganz der Erfahrung folgte, und alle Hypotheſen vermied (ſ. Hypotheſen, Phänomene), verſchafte zwar weniger Erklärungen aus den Urſachen, leitete aber deſto mehr aus erwieſenen und zum Theil neu erfundenen Naturgeſetzen ab. Dadurch ward von dem Gebiete der Phyſik der große hypothetiſche Theil abgeſchnitten, hingegen der Umfang der unbezweifelten Thatſachen und Geſetze anſehnlich erweitert und im ſchönſten Zuſammenhange dargeſtellt. Dies alles geſchah blos durch Erfahrungen, aber mit Hülfe der erhabenſten Geometrie, daher auch Newtons Werke, zumal bey ihrer gedrängten Kürze, einen in der höhern Mathematik ſehr geübten Leſer erfordern. Auch haben die gröſten Mathematiker der folgenden Zeiten, beſonders die Bernoulli und Euler bey ihren Unterſuchungen immer Newtons Sätze zum Grunde legen müſſen, ſo ſehr ſie auch in den meiſten Stücken dem Syſteme und der Denkungsart des Descartes ergeben waren. Newtons Entdeckungen ſtehen ſo feſt, als die Wahrheit ſelbſt, und haben nichts von der Zeit und dem gewöhnlichen Wechſel der Meinungen zu fürchten. Ihr großer Urheber (geb. 1642, geſt. 1726.) verdient ganz den erhabnen Lobſpruch, den Pope ihm und ſeinen Entdeckungen beylegt:

> Die Natur und ihre Geſetze lagen in Nacht,
> Gott ſprach: Newton werde, und es ward Licht.

Bey allem Beyfall der Kenner fand doch das newtoniſche Syſtem noch vielen Widerſpruch. Die carteſianiſche Phyſik hatte ſich durch ihren Sieg über die Ariſtoteliker in ſo großes Anſehen geſetzt, und erklärte ſoviel, daß man ſehr ungern daran gieng, den vollen Raum, die ſubtile Materie und die Wirbel aufzugeben, und dagegen bey Kräften und Geſetzen ſtehen zu bleiben, von deren Urſachen ſich weiter keine Rechenſchaft geben ließ. Bis zur Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts blieben noch viele große Naturfor-

ſcher, beſonders unter den Mitgliedern der pariſer Akademie, carteſianiſch geſinnt. Man beſchuldigte Newton ſogar einer Wiedereinführung der ſcholaſtiſchen verborgnen Qualitäten, wozu ſeine Schüler Gelegenheit gaben, welche wider die Abſicht ihres beſcheidnern Lehrers, die Gravitation, die nur allgemeines Phänomen iſt, als eine erſte phyſikaliſche Urſache oder weſentliche Eigenſchaft der Materie betrachten wollten. Endlich aber hat das newtoniſche Syſtem ſo zahlreiche Beſtätigungen von mehrern Seiten erhalten, daß es jetzt allgemein als die Grundlage des mathematiſchen Theils der Phyſik angeſehen wird. Ich verweiſe wegen dieſer Beſtätigungen nur auf die Artikel: **Farben** (Th. II. S. 140.), **Erdkugel** (Th. II. S. 27 und 40.), **Gravitation** (Th. II. S. 525 und 535.), **Mond**, **Perturbationen**.

Von dieſer Zeit an erſcheint die neuere Phyſik in ihrem eigenthümlichen Glanze. Es würde zu weitläuftig ſeyn, von ſo vielen Naturforſchern, welche dieſen Glanz noch mehr erhöhet haben, auch nur die Namen anzuführen, zumal da die Geſchichte ihrer Erfindungen und Meinungen ſchon von den meiſten Artikeln dieſes Wörterbuchs einen nicht geringen Theil ausmacht. Dieſe Männer waren größtentheils Mathematiker, daher auch von ihnen der mathematiſche Theil der Naturlehre vorzüglich bearbeitet ward. Zugleich machten auch Naturgeſchichte und Chymie für ſich anſehnliche Fortſchritte: ſie wurden aber von der Naturlehre ſelbſt zu ſehr getrennt, um ihr in ihrem ganzen Umfange zu nützen.

Erſt ſeit der Mitte dieſes Jahrhunderts fieng man an, die Unentbehrlichkeit der chymiſchen Lehren lebhafter zu fühlen. Die erſte Veranlaſſung hiezu gaben die chymiſchen Erklärungen der Ausdünſtung und der davon abhängenden Luftbegebenheiten, und die Lehre vom Feuer überhaupt, in welcher ohne chymiſche Betrachtung eine allzuſichtbare Lücke offen bleibt. Die Entdeckung der Gasarten aber, deren Geſchichte beym Worte **Gas** erzählt wird, änderte noch überdies die bisherigen Begriffe von der Luft, und machte es nothwendig, auſſer den mechaniſchen Eigenſchaften derſelben auch die chymiſchen zu betrachten. Man ſahe ſich nun genöthiget, das Band zwiſchen Chymie und Phyſik enger zu

knüpfen, und geſtand allgemein, daß man unrecht gethan habe, einen ſo weſentlichen Theil der Naturlehre von ihr gänzlich auszuſchließen. Dieſe Verbindung ſcheint beyden Wiſſenſchaften gleich vortheilhaft zu ſeyn. Sie hat der Chymie, beſonders in England, mehr Kenner und Beförderer, als ſonſt, erworben, und die eigentliche Naturlehre mit wichtigen Erfahrungen, Geſetzen und Erklärungen bereichert, wovon ſich noch für die Zukunft ungemein viel erwarten läſt.

Unter den ältern Lehrbüchern der Phyſik zeichnen ſich ſchon die von Sennert (Philoſophia naturalis. Witeb. 1618. 4. Epitome naturalis ſcientiae. Amſt. 1651. 12.) dadurch aus, daß ſie ſich nicht an das damalige ſcholaſtiſche Syſtem binden. Clauberg (Phyſica. Amſtel. 1664. 4.) und Rohault (Traité de phyſique. Paris, 1673. 12. ex ed. *Clarkii*, Lond. 1711. 8. 1729. 8. To. I. et II.), auch großentheils Johann Chriſtoph Sturm (Phyſica electiva ſ. hypothetica. Norimb. 1697—1722. II. To. 4.) haben nach dem Syſtem des Descartes, eben dieſer Sturm (Collegium experimentale ſ. curioſum. Norimb. 1676—1685. II To. 4.) und Senguerd (Philoſophia naturalis. Lugd. Bat. 1655. 4.) mehr nach Verſuchen geſchrieben. Nach Newton erſchienen einige vortrefliche Lehrbücher der mathematiſchen Phyſik von Keill (Introductio ad veram phyſicam. Oxon. 1700. 8. Lond. 1719.), Deſaguliers (Courſe of experimental philoſophy, Lond. 1717. 4. 1745. II Vol. 4), s'Graveſande (Phyſices elementa mathematica experimentis confirmata. Leid. 1719. 4. und ſehr vermehrt Leid. 1742. II To. gr. 4.) und Muſſchenbroek (Epitome elementorum phyſices mathem. Lugd. Bat. 1734. 8. und die nach des Verfaſſers Tode von Lulofs herausgegebene Introductio ad philoſ. natural. Lugd. Bat. 1762. II To. 4maj.), Hamberger (Elementa phyſices. Jenae, 1735. 8.) und Kraft (Praelectiones in phyſicam theoreticam. Tub. 1750. III. To. 8.). Wolf (Nützliche Verſuche zu genauer Kenntniß der Natur und Kunſt. Halle, 1721—1723. III B. 8. Vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur. Halle, 1723. 8. Vern. Ged. von den Abſichten der natürlichen Dinge, Halle, 1724. 8.) ſuchte die Naturlehre durch deutſche

Schriften mehr auszubreiten. Weit vorzüglicher ſind, wenigſtens für die Theorie, die neuern Einleitungen **Segners** (Einleitung in die Naturlehre. Götting. 1747. 1770. 8.), **Eberhards** (Erſte Gründe der Naturlehre. Halle, 1752. 5te Aufl. 1787. 8.), **Winklers** (Anfangsgründe der Phyſik. Leipzig, 1754. 8.), **Malers** (Phyſik oder Naturlehre. Carlsruhe, 1767. 8.) und **Böckmanns** (Naturlehre, oder gänzlich umgearbeitete Maleriſche Phyſik. Carlsruh, 1775. gr. 8.). Die größern Werke des Abt **Nollet** und de la **Fond** ſind bey dem Worte **Experimentalphyſik** angeführt. Sehr weitläuftig wird der ganze Umfang der beſondern Naturlehre anjetzt von **Marivetz** und **Gouſſier** (Phyſique du monde. Paris, To. I—V. 1780—1787. 4.) bearbeitet, welches Werk aber bey weitem noch nicht vollendet iſt. **Gabler** (Naturlehre. München, 1778. 4 Th. 8.) hat dieſe Wiſſenſchaft auch etwas umſtändlicher behandlet. In lehrreicher Kürze iſt ſie von **Erxleben** (Anfangsgründe der Naturlehre. Göttingen, 1772. 8. 2te Aufl. 1777. 3te Aufl. mit beträchtlichen Zuſätzen von Herrn **Lichtenberg** 1784. 4te Aufl. 1787.), **Karſten** (Anfangsgr. der Naturlehre. Halle, 1780. 8. Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur. Halle, 1783. 8. Kurzer Entwurf der Naturwiſſ. vornemlich ihres chymiſch-mineralogiſchen Theils. Halle, 1785. 8.), van **Swinden** (Poſitiones phyſicae. Hardervic. To. I. 1786. II. 1787. 8maj.) und neuerlich von Herrn **Gren** (Grundriß der Naturlehre. Halle, 1788. 8.), auch in Tabellenform von Herrn **Schurer** (Elemens de phyſique en forme de tables. To. I. à Strasbourg, 1786. 8.) vorgetragen worden.

In einer allgemein faßlichen Schreibart lehren ſie **Euler** (Lettres à une princeſſe d'Allemagne ſur divers ſujets de phyſique et de philoſophie. à Mitau 1770—1774. To. III. 8. Briefe an eine deutſche Prinzeſſin über verſch. Gegenſt. der Phyſik u. Philoſ. Leipzig, 1770—1774. III. Th. gr. 8.), **Wünſch** (Kosmologiſche Unterhaltungen, Leipz. 1778. III. Th. gr. 8.), **Ebert** (Kurze Unterweiſung in den Anfangsgr. der Naturlehre zum Gebrauch der Schulen. Leipz. 1775. 8.).

Zur Geſchichte der Phyſik hat vor kurzem de Loys (Abregé chronologique pour ſervir à l'hiſtoire de phyſique. à Strasbourg, To. I. 1786. II. 1787. III. 1788.) Materialien zu ſammlen angefangen. Der Verfaſſer, der im Auguſt 1789 geſtorben iſt, fieng mit Galileis Entdeckungen vom Jahre 1589 an, holte aber doch an manchen Stellen auch Entdeckungen und Meinungen der Alten nach, denen er aber mit Dutens zu viel beylegte. Die drey erſchienenen Bände gehen bis zum Jahre 1685. Zur Keuntniß phyſikaliſcher Bücher dienen von Rohr (Phyſikaliſche Bibliothek. Leipz. 1724. 8. mit vielen Zuſätzen und Verbeſſerungen von Käſtner, Leipz. 1754. 8.) Boerhaave (Methodus ſtudii medici ed. ab *Alb. Haller.* Amſt. 1751. To. II. 4maj.), von Münchhauſen (Des Hausvaters zweyter Theil, Hannover, 1766. 8.), Erxlebens Anfangsgründe (beſonders nach den Lichtenbergiſchen neuern Auflagen), und ebendeſſelben phyſikaliſche Bibliothek (in 4 Octavbänden, Göttingen 1774—1779), ingleichen Herrn Beckmanns phyſikaliſch-ökonomiſche Bibliothek, und die neuſte von Herrn Hermbſtädt (Bibliothek der neuſten phyſiſchen, chemiſchen ꝛc. Litteratur. Berl. ſeit 1788. gr. 8.). Die neuſten Entdeckungen erfährt man aus Rozier (Journal de phyſique ou Obſervations et memoires ſur la phyſique. Paris, ſeit 1773. 4.), Lichtenberg (Magazin für das Neuſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte, Gotha, ſeit 1781, fortgeſetzt von Voigt ſeit 1786. 8.), und vielen andern Zeitſchriften, wovon ich nur einige (Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte von einigen Liebhabern dieſer Wiſſenſch. Leipzig, ſeit 1778. gr. 8. Leipziger Magazin der reinen und angewandten Mathematik von Bernoulli und Hindenburg, ſeit 1786. 8. Crells chemiſche Annalen für die Freunde der Naturlehre ꝛc. nebſt den Beyträgen zu ſelbigen. Helmſtädt, ſeit 1786. 8.) anführen will.

Der Nutzen der Naturlehre und der mit ihr verbundnen Wiſſenſchaften bedarf keines Beweiſes, da uns zu allen Bedürfnißen und Bequemlichkeiten des Lebens und zu Abwendung aller Gefahren, Kenntniße der Eigenſchaften und Wirkungen der Körper unentbehrlich ſind. Ueberdies er-

weitert das Studium der Natur unſere Einſichten, übt und beſchäftigt den Geiſt auf eine nützliche Art, und erfüllt dadurch eine der vornehmſten Abſichten unſers irdiſchen Lebens. Es ſchützt uns vor Schwärmerey, Aberglauben und Thorheit, ſ. **Magie**, und lehrt uns die Macht, Weisheit und Güte des Urhebers der Welt in einem weit größern Umfange kennen. Zu dieſer edlen Anwendung der Phyſik haben **Wolf** (Vernünftige Gedanken über die Abſichten der natürlichen Dinge, Halle, 1724. 8.) **Derham** (Phyſicotheologie oder Naturleitung zu Gott, a. d. engl. von C. L. W. Hamburg, 1750. 8.) und vorzüglich **Nieuwetyt** (Rechter Gebrauch der Weltbetrachtung zur Erkenntniß der Macht, Weisheit und Güte Gottes, a. d. holl. von **Segner**. Jena, 1747. gr. 4.) gute Anleitungen gegeben.

Piſtole, elektriſche, Knallluftpiſtole, Sclopetum electricum, *Piſtolet électrique.* Eine Vorrichtung, in welcher die Exploſion der durch den elektriſchen Funken entzündeten Knallluft einen Pfropf mit Gewalt aus einem Rohre treibt. Der Verſuch damit dient zum Beweiſe der Entzündung brennbarer Stoffe durch den elektriſchen Funken, und der explodirenden Kraft der Knallluft. Die Einkleidung in die Form einer Piſtole iſt freylich ein bloßes Spielwerk, das aber Beyfall gefunden hat, und gewöhnlich einen Theil der elektriſchen Geräthſchaft ausmacht.

Daß ſich Luft mit brennbaren Dünſten vermiſcht durch den elektriſchen Funken entzünden laſſe, fand ſchon **Watſon** (Philoſ. Transact. Vol. XLIII. p. 495.), noch ehe man die brennbare Luft gehörig kannte. Auch **Nollet** hat dieſe Verſuche wiederholt und dabey wirklich brennbare Luft zuerſt angezündet. **Volta** aber (Lettere ſull' aria inflammabile nativa delle paludi. Como. 1776. 8. überſ. Winterthur, 1778. 8. und von Köſtlin, Straſb. 1778. 8.) verfiel bey ſeinen Entdeckungen über die Sumpfluſt zuerſt auf die Einkleidung des Verſuchs in die Geſtalt einer Piſtole, und bediente ſich in der Folge dazu auch der künſtlichen brennbaren Luft, oder vielmehr der Miſchungen aus brennbarer und ge-

meiner Luft, welche den Namen der Knallluft führen, und eine weit ſtärkere Wirkung thun.

Man hat die Geſtalt dieſes Inſtruments ſeit ſeiner Erfindung ſehr oft verändert. Am rathſamſten iſt wohl, es von Metall zu machen. Taf. XVIII. Fig. 80. zeigt eine ſolche Piſtole von Meſſing ABC, deren Oefnung A mit einem Korke verſtopft iſt. An den Boden iſt ein durchbohrtes Stück Meſſing angeſchraubt, und in daſſelbe eine Glasröhre DE eingekittet, in welcher der mit einem Knopfe F verſehene Drath GF befeſtiget iſt, deſſen Ende G ſo umgebogen wird, daß es nur 1—2 Linien weit von dem Meſſing abſteht. Wenn die Piſtole nicht gebraucht wird, ſchraubt man noch eine meſſingne Haube über die Glasröhre DE. Will man ſie laden, ſo zieht man den Kork aus der Oefnung A, und hält dieſelbe ſehr genau an die Mündung einer mit brennbarer Luft gefüllten Flaſche, die man in eben dem Augenblicke erſt geöfnet hat. Dabey ſteigt die leichtere brennbare Luft aus der Flaſche in die Piſtole auf, miſcht ſich mit der darinn befindlichen atmoſphäriſchen, und bildet dadurch eine Knallluft. Hat man auf dieſe Art die Piſtole etwa 15—20 Secunden lang über die Flaſche gehalten, ſo verſchließt man beyde augenblicklich mit genau paſſenden Korkſtöpſeln. Wenn man nun den untern Theil BC mit der Hand hält, die Haube abnimmt, und dem Knopfe F an dem Conductor einer Elektriſirmaſchine oder an dem Knopfe einer geladnen Flaſche einen Funken giebt, ſo entſteht ein zweyter Funken zwiſchen dem gebognen Ende des Draths und dem Boden des Gefäßes BC. Dieſer entzündet die Knallluft mit einer Exploſion, welche den Kork bey A bis auf eine beträchtliche Entfernung forttreibt. Man kan aus einer Flaſche mit brennbarer Luft die Piſtole mehreremale nach einander laden; nur muß man ſie bey jedem folgenden male etwas länger, als vorher, über die Flaſche halten.

Man kan in dieſen gemeinen Piſtolen keine Miſchung von Luftarten nach gegebnen Verhältnißen machen, da doch die beſte Knallluft aus dergleichen Miſchungen von brennbarer und dephlogiſtiſirter Luft erhalten wird. Daher gab

D. Ingenhouß (Philoſ. Transact. Vol. LXIX. P. II., p. 410.) eine etwas zuſammengeſetzte Einrichtung an, deren Beſchreibung und Abbildung man auch bey Cavallo (Abhdl. über die Natur und Eigenſchaften der Luft, a. d. engl. S. 277.) findet. Sie beſteht aus drey zuſammengeſchraubten Stücken, dem Lauf, der Kammer, und dem Handgrif. Durch den letztern geht ein Kolben, der ſich in ein kegelförmiges Stück Elfenbein endiget, welches an das innere koniſche Ende der Kammer vollkommen anſchließt. Um nun die Piſtole zu laden, muß man die ſchon vorher bereitete Knallluft in einer Blaſe vorräthig haben. Man ſtößt den Kolben dicht an den koniſchen Theil der Kammer, ſchraubt den Lauf ab, hält die Mündung der Kammer an die Oefnung der Blaſe, und zieht den Kolben zurück, wodurch ſich die Kammer mit Knallluft anfüllt. Alsdann nimmt man die Blaſe ab, bringt augenblicklich eine mit weichem Leder umwickelte Bleykugel in die Mündung, und ſchraubt den Lauf wieder darüber. Die Entzündung geſchieht vermittelſt zweyer in dem Elfenbein am Kolben angebrachten Dräthe mit Knöpfen, die nicht weit von einander abſtehen, und deren einer mit dem Meſſinge des Inſtruments verbunden, der andere aber in einer Glasröhre iſolirt iſt, und ſich auswendig in einen Knopf endigt, dem man den Funken geben kan. Die Knöpfe müſſen ſo tief im Elfenbeine liegen, daß ſie den Gang und das Anſchließen des Kolbens nicht hindern.

D. Ingenhouß fand die Wirkungen dieſes Inſtruments ungemein ſtark. Er war unter andern auf die Entdeckung gekommen, daß die Dämpfe des Vitrioläthers die gemeine Luft, und noch mehr die dephlogiſtiſirte, in einem hohen Grade knallend machen. Eine ſtarke von Nairne verfertigte Piſtole ward durch Abbrennung von dephlogiſtiſirter Luft, nach einem hineingeworfenen Tropfen Aether, ganz zerrüttet, und ihre metallne Kammer von der Dicke eines Thalers mit großer Gefahr der Umſtehenden zerſchmettert. Eben dieſe Piſtole zerſprang nach ihrer Wiederherſtellung zum zweytenmale, obgleich ſogar der Lauf offen war. Es iſt alſo Behutſamkeit bey dieſen Verſuchen nö-

ſhig. Wenn man ein Stückchen Schwamm mit Hofmanniſchem Geiſte (liquor anodinus) getränkt in die Hölung der Kammer hängt, und durch 3—4maliges Schwenken die Luft mit den Dünſten dieſes Geiſts miſcht, ſo kan man ſie ohne weitere Vorbereitung abbrennen, und das Verfahren 8—10mal wiederholen, wenn nur die Näſſe des Schwamms nicht an den Drath kömmt, der die Elektricität leitet, und deſſen Iſolirung aufhebt.

Endlich erfand Herr Pickel, der bey den erwähnten Verſuchen des Herrn Ingenhouß gegenwärtig geweſen war, eine eigne zum Geſchwindſchießen eingerichtete Piſtole. Ihr Körper iſt cylindriſch, an einer Seite in einen Kegel geendet, und faſſet 14 Cubitzoll Luft. Es paſſet ein Stempel darein, durch den ein Canal durch die ganze Stange hindurch gebohrt iſt; ein Maaßſtab auf der Stange zeigt, wieviel Cubikzoll der durch die Zurückziehung entſtandne Raum faßt. Der Canal des Stempels hat einen Hahn, und daran kan eine mit Knallluft gefüllte Blaſe geſchraubt werden. Zieht man nun bey geöfnetem Hahne den Stempel zurück, ſo tritt ſoviel Knallluft als der Maaßſtab anzeigt, aus der Blaſe in den Körper der Piſtole. Durch die Seitenwand dieſes Körpers iſt ein Stück Meſſing eingeſchraubt, durch welches ein Meſſingdrath, in einer Glasröhre iſolirt, und auswendig in einen Knopf geendet, hindurchgeht. Dieſes Draths inneres Ende biegt ſich gegen das Metall der Piſtole, darf aber dem Gange des Stempels nicht im Wege ſtehen. Iſt der Körper der Piſtole mit Knallluft gefüllt, ſo wird der Hahn geſchloſſen, und der Knopf des Draths mit dem abgehobnen Deckel eines Elektrophors, oder dem Knopfe einer geladnen Flaſche ꝛc. berührt. Nach dem erſten Abfeuern wird der Stempel wieder hineingeſtoßen, eine neue Kugel oder Pfropf vorgelegt, der Hahn geöfnet, und der Körper der Piſtole durch Zurückziehung des Stempels aufs neue geladen, worauf man den Hahn wieder ſchließt, und zum zweytenmale abfeuert. So kan man in einer Minute 8—10 Schüße thun. Hat man in der Blaſe brennbare Luft, die man in einem gegebnen Verhältniße mit gemeiner miſchen will, ſo dient

dazu der Maaßſtab. Der Stempel wird noch vor Einlegung des Pfropfs, mit geſchloßnem Hahne bis auf den gehörigen Grad zurückgezogen, wodurch ſich der nöthige Raum mit gemeiner Luft füllt. Legt man nun den Pfropf ein, öfnet den Hahn, und zieht den Stempel völlig zurück, ſo kömmt der erforderliche Theil brennbarer Luft aus der Blaſe hinzu. Brennbare Luft aus Metallen muß man zu gleichen Theilen, Sumpfluft nur im Verhältniße 1 zu 13, mit gemeiner Luft miſchen. Luft, die mit Dünſten des Vitriolæthers geſchwängert iſt, erfordert einen etwas ſtarken Funken, am beſten aus einer kleinen, aber ſtark geladnen, Verſtärkungsflaſche. D. Ingenhouß hat dazu im Stempel eine kleine durchlöcherte Kammer angebracht, in die Schwamm mit Hofmanns Liquor getränkt eingelegt wird. Durch dieſe Kammer muß die gemeine Luft, die beym Zurückziehen des Stempels in die Piſtole geht, durchſtreichen. Nimmt man hiebey dephlogiſtiſirte Luft ſtatt der gemeinen, ſo wird der Knall dem Gehör faſt unerträglich, und die Explosion ſo heftig, daß man von der Haltbarkeit der Piſtole ſehr gewiß verſichert ſeyn muß.

Gläſerne Werkzeuge dieſer Art, dergleichen **Schäfer** (Abbildung und Beſchreibung der elektriſchen Piſtole. Regenſpurg, 1779. gr. 4.), **Weber** (Abhandl. vom Luftelektrophor, zwote Aufl. Ulm, 1779. 8. S. 83.) u. a. beſchreiben, dienen wegen der Gefahr des Zerſpringens nur zu gemeinen Verſuchen, und ſehen eher einer Bierbouteille, die den Stöpſel auswirft, als einer Piſtole, ähnlich. Wer zu ſpielen Luſt hat, kan ſich ſelbſt mancherley Einrichtungen erdenken, welche die äuſſere Geſtalt der gewöhnlichen Feuergewehre haben. So beſchreibt **Weber** (a. a. O. S. 87.) eine elektriſche Canone, und **Wißhofer**, Prieſter in Chiemſee (Beſchreibung einer elektriſchen Flinte, Salzburg, 1780. 8.) eine Flinte, völlig wie die gewöhnlichen, in deren Kolben ein geladenes Fläſchgen verborgen, und ſtatt des Flintenſchloßes ein Spannwerk angebracht iſt, das durch den Drücker gelößt einen Stift gegen den Hacken der Flaſche führt, und dieſe dadurch entladet. Man hat eben

das, wenn man das Fläſchgen auf das Flintenſchloß aufſetzt, und den Funken durch einen iſolirten Drath in den Lauf leitet.

Joh. Ingenhouß Vermiſchte Schriften, herausg. von Molitor, Wien, 1784. gr. 8. erſter Theil, S. 287 u. f.

Tib. Cavallo Abhdl. über die Natur und Eigenſchaften der Luft, a. d. engl. Leipzig, 1783. gr. 8. S. 274 u. f.

Planconcav, ſ. Linſengläſer.

Planconvex, ſ. Linſengläſer.

Planeten, Irrſterne, Planetae, Stellae errantes, Sidera errantia, *Planètes*. Dieſen Namen führten ſonſt alle diejenigen Geſtirne, welche ihre Stelle unter den übrigen täglich ändern, und der Regel nach immer weiter gegen Morgen fortrücken, ſo daß ſie in einer gewiſſen Zeit um den ganzen Himmel herumkommen. Auſſer der Sonne und dem **Monde**, bemerkt man dieſes Fortrücken mit bloßen Augen noch bey fünf Sternen, denen die Namen **Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn** gegeben worden ſind. Dies waren (Sonne und Mond mitgezählt) die ſieben Planeten der Alten, auf die man in der Aſtrologie ſahe, und von denen die Tage der Woche benannt ſind, ſ. **Woche**. Vor wenigen Jahren hat man durch Fernröhre noch einen Stern dieſer Art, den **Uranus**, entdeckt. Von allen dieſen handlen beſondere Artikel dieſes Wörterbuchs.

Die genannten Sterne unterſcheiden ſich von den übrigen, auſſer ihrem Fortrücken, auch noch dadurch, daß ſie durch Fernröhre vergrößert, als runde Scheiben erſcheinen, und mit einem matten, nicht funkelnden, mondähnlichen Lichte glänzen. Die neuere Sternkunde hat gelehrt, daß ſie ſämtlich in elliptiſchen Bahnen um die Sonne laufen, und an ſich dunkle Körper ſind, welche blos von der Sonne erleuchtet werden.

Dadurch hat ſich nun auch die Bedeutung des Worts **Planet** geändert. Es bedeutet in der neuern theoriſchen Aſtronomie einen dunkeln Himmelskörper, der um die Sonne läuft, und von ihr erleuchtet wird. So gehört die

Erdkugel ſelbſt mit zu den Planeten; hingegen muß die Sonne zu den übrigen Sternen, ſ. **Fixſterne**, gerechnet werden. Die genannten ſechs Himmelskörper nebſt der Erde laufen unmittelbar um die Sonne, und heiſſen daher **Hauptplaneten** (Planetae primarii, *Planètes principales*): einige unter ihnen werden von kleinern um ſie laufenden **Nebenplaneten** begleitet, die meiſtens nur durch Fernröhre ſichtbar ſind, und zu dieſen gehört der **Mond**, als ein Begleiter der Erde, ſ. **Nebenplaneten**. Die Sonne ſelbſt mit allen dieſen Körpern, und den nur zuweilen ſichtbaren **Kometen** macht unſer **Sonnenſyſtem** oder **Planetenſyſtem** aus.

Die Hauptplaneten ſelbſt werden in die **obern** und **untern** getheilt. Jene ſind Mars, Jupiter, Saturn und Uranus, deren Bahnen um die Sonne die Erdbahn von auſſen umſchließen; dieſe Venus und Merkur, deren Bahnen innerhalb der Erdbahn liegen, und von der letztern umſchloßen werden.

Alle dieſe Planeten laufen um die Sonne nach einerley Richtung, nemlich nach der Folge der Zeichen. Ihre Bahnen fallen zwar nicht ganz in einerley Ebne, aber ſie machen doch mit der Ebne der Erdbahn nur ſehr kleine Winkel. Man ſieht ſie daher ſtets nahe bey der Ekliptik, in einem Streiſe der Himmelskugel, welcher der Thierkreis genannt wird, ſ. **Thierkreis**. Ob nun gleich ihre wahre Bewegung immer **rechtläufig**, oder nach der Ordnung der himmliſchen Zeichen gerichtet iſt, ſo macht doch die Bewegung der Erde, daß ihr Lauf bald geſchwinder, bald langſamer ins Auge fällt, auch daß der Planet, wenn er der Sonne gegenüber geſehen wird, eine Zeit lang **ſtillſtehend** und **rückläufig** erſcheint. Dieſer unregelmäßig ſcheinende Lauf hat den Namen **Planeten** veranlaſſet, der in der griechiſchen Sprache irrende Sterne bedeutet.

Wenn man dieſe von der Bewegung der Erde herrührenden Täuſchungen abrechnet, und den wahren Lauf der Planeten betrachtet, ſo findet man denſelben ziemlich regelmäßig, und den von **Kepler** entdeckten Geſetzen unterworfen, ſ. **Kepleriſche Regeln**. **Newton** hat entdeckt, daß

ſich bey jeder Centralbewegung, die dieſen Geſetzen folgt, die Centripetalkraft verkehrt, wie das Quadrat des Abſtands vom Mittelpunkte der Kräfte, verhalten müſſe, ſ. **Centralbewegung.** Hieraus folgt, daß jeder Planet, ſo wie die Erde ſelbſt, mit einer Kraft, die dieſem Geſetze gemäß iſt, nach der Sonne getrieben werde, ſ. **Gravitation.** Kleine Abweichungen von dieſem geſetzmäßigen Laufe verrathen, daß die Planeten auch gegen einander ſelbſt gravitiren, ſ. **Perturbationen.** So erhält man ein Syſtem der Planetenbewegungen, aus dem ſich ihr Lauf völlig übereinſtimmend mit den Beobachtungen erklären, berechnen und in Tafeln bringen läſt, welche Abſicht man vor Newtons Entdeckungen auf keine Weiſe erreichen konnte.

Da die Planeten nach eben den Geſetzen, wie die Erde, um die Sonne laufen, von ihr Licht empfangen, ſich um ihre Axe drehen, und zum Theil auch von Monden begleitet werden, ſo erhellt hieraus ihre große Aehnlichkeit mit der Erde. Auch iſt die Vermuthung, daß dieſe Körper bey ihrer ſo beträchtlichen Größe nicht blos zum Schauſpiele für uns geſchaffen, ſondern zum Aufenthalte denkender und empfindender Weſen beſtimmt ſind, höchſt wahrſcheinlich und den Begriffen von der unendlichen Weisheit und Güte des Schöpfers ganz angemeſſen. **Huygens** (Coſmotheoros ſ. de terris coeleſtibus. Hag. Com. 1698. 4.) und **von Fontenelle** (Entretiens ſur la pluralité des mondes. Paris, 1686. 12. überſ. mit Anm. von **Bode**, Berlin, 1780. 8. 2te ſehr vermehrte Aufl. 1789. 8.) haben dieſe Vermuthung ſchön ausgeführt. Die Flecken, welche man auf einigen wahrnimmt, ſ. **Venus, Mars, Jupiter,** zeigen auch Ungleichheiten und Veränderungen auf der Oberfläche an.

Es haben aber einige, z. B. **Wilkins** und der Freyherr **von Wolf** (Elem. Aſtron. theor. C. 2. Schol. ſub fin.) dieſe Aehnlichkeit der Planeten mit der Erde viel zu weit getrieben. Der letztere ſtellt ſich im Jupiter Bewohner vor, deren Körper ganz den unſrigen ähnlich, und nach eben den Verhältnißen gebaut ſind. Weil das Sonnenlicht im Jupiter wegen ſeines 5mal größern Abſtands von

der Sonne 25mal ſchwächer, als bey uns iſt, ſo muß nach ihm der Augenſtern dieſer Jupitersbewohner, um eben ſo viel Licht aufzufaſſen, 25mal mehr Fläche, mithin einen 5mal größern Durchmeſſer, als der unſrige haben, alſo ihr ganzer Körper 5mal wenigſtens 2½mal länger, als der unſrige seyn, und der Statur des Königs Og zu Baſan gleichen, u. ſ. w. Da ſich Jupiter in 10 Stunden um ſeine Axe dreht, ſo würden dieſe Rieſen ſehr kurze Tage haben. Es iſt vielmehr zu vermuthen, daß der Schöpfer, deſſen Werke unendlich mannigfaltig ſind, auf jedem Planeten eine eigne Einrichtung getroffen und andere Formen der Körper hervorgebracht habe. Menſchen, wie wir, können die Bewohner der Planeten nicht ſeyn, auch muß die Einwirkung der Sonnenſtralen auf ſie und die Materien ihrer Wohnplätze anders, als bey uns, erfolgen. Unſer Bley würde ſonſt im Merkur ſtets geſchmolzen, unſer Queckſilber im Saturn und Uranus ſtets gefroren ſeyn: Körper, wie die unſrigen, würden in jenem verbrennen, und in dieſen erſtarren. Dies zeigt ſehr deutlich, daß die beſondere Naturgeſchichte der Planeten von der unſrigen ſehr weit abweichen müſſe, und daß es dort ganz andere Dinge giebt, von denen wir nicht einmal Begriffe haben können.

Kircher (Iter exſtaticum caeleſte, cum praeluſ. et ſcholiis *Gaſp. Schotti*. Herbip. 1671. 4.) läſt ſich von einem Engel durch alle Himmelskörper führen, und erzählt, was er auf jedem angetroffen habe. Dieſer ſeltſame Roman wird nur durch Schotts Anmerkungen brauchbar, welche die aſtronomiſchen Wahrnehmungen erzählen, von denen Kircher zu ſeinem Mährchen Anlaß genommen hat.

Was von jedem Planeten insbeſondere bekannt iſt, findet man unter dem ihm zugehörigen Artikel, und die ganze Verbindung ihres Syſtems bey dem Worte: **Weltſyſtem.**

Käſtner Anfangsgr. der Aſtronomie, dritte Aufl. Göttingen, 1781. 8. S. 174. 175.

Planiſphär, Planiſphaerium, Planiglobium, *Planiglobe*. Die Verzeichnung einer Halbkugel mit den dar-

auf befindlichen Gegenſtänden auf einer ebnen Fläche. So werden Himmels- und Erdkugel auf ebnen Flächen verzeichnet (Planiſphaerium coeleſte et terreſtre), indem man die beyden Halbkugeln entweder neben einander legt, oder jede auf einem beſondern Blatte vorſtellt.

Die Verzeichnung kan entweder nach **orthographiſcher** oder nach **ſtereographiſcher** Projection geſchehen. Bey jener wird angenommen, das Auge ſey unendlich entfernt, bey dieſer, es ſtehe in der Fläche der Kugel und betrachte die gegenüberliegende hole Halbkugel, wie ſie ſich auf einer durch den Mittelpunkt gelegten Tafel darſtellt. Für die Himmels- und Erdkugel wird gewöhnlich die ſtereographiſche Projection gewählt. Sie heißt **Polarprojection**, wenn das Auge im Pole, **Aequatorealprojection**, wenn es im Aequator ſteht. Von jener hat ſchon **Ptolemäus** (*Cl. Ptolemaei* Planiſphaerium cum Commentar. *Federici Commandini*. Venet. 1558.) geſchrieben. Bey den Himmelskarten iſt ſie die gewöhnlichſte, ſ. **Sternkarten**. Die Vorſtellungen der ganzen Erdkugel oder **Univerſalkarten** werden nach beyderley Arten, bisweilen auch auf den Horizont irgend eines Orts, z. B. Paris, Berlin, projicirt, ſ. **Erdkugel** (Th. II. S. 49.).

Auf ſolchen ebnen Verzeichnungen der Himmelskugel mit ihren Kreiſen laſſen ſich allerhand aſtronomiſche Aufgaben auflöſen. Man gebrauchte ehedem ſolche auf Meſſing oder Holz projicirte Vorſtellungen der Kreiſe als aſtronomiſche Inſtrumente, unter dem Namen der **Aſtrolabien**. Die franzöſiſchen Aſtronomen nennen dergleichen noch jetzt *Planiſphères*.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtronomie, 3te Aufl. 1781. S. 65. 66.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſique, art. *Planiſphère*.

Planſpiegel, ſ. **Spiegel**.

Platina, **Platina del Pinto**, Platina, Platinum, *Platine*, *Or blanc*. Ein eignes, erſt ſeit 1750 bekanntes Metall, welches in den ſtärkſten Graden des gewöhnlichen Feuers unſchmelzbar und im reinſten Zuſtande

dehnbar iſt, von der Farbe des Silbers und der Schwere des Goldes. Ueberhaupt kömmt die Platina in ihren Eigenſchaften dem Golde am nächſten, und führt daher ſehr ſchicklich den Namen des weiſſen **Goldes**. Der ſpaniſche Name iſt das Diminutiv von *Plata*, und bedeutet klein Silber *(petit argent)*. Die Spanier nennen ſie auch Juan blanca.

Dieſes Metall findet ſich in den Goldbergwerken des ſpaniſchen Amerika, beſonders zu Santa Fe bey Carthagena. Man erhält es gewöhnlich in kleinen Schuppen oder Körnern, die mit einem ſchwarzen eiſenhaltigen Sande vermiſcht ſind. Dieſe Platinakörner ſollen mit dem Golde in der Erde gefunden, und durch Queckſilber davon geſchieden werden. Auch iſt ihr Metall mit Eiſen vermiſcht, und wird im gewöhnlichen Zuſtande vom Magnet gezogen. Man ſcheint es ſeiner Unſchmelzbarkeit halber lange Zeit vernachläßiget, und für ein unbrauchbares Mineral oder Kies gehalten zu haben.

Don **Antonio Ulloa**, der die franzöſiſchen Gelehrten bey der Gradmeſſung in Peru begleitete, erwähnt die Platina zuerſt in ſeiner zu Madrid 1748 gedruckten Reiſebeſchreibung. Im Jahre 1749 ſendete **Wood** einige Proben davon aus Jamaica nach England. Hierauf ward ſie von **Scheffer** (Schwed. Abhdl. 1752. XIV. B. S. 275 u. f. 1757. XIX. B. S. 303 u. f.) **Lewis** (Philoſ. Trans. Vol. XLVIII. P. II. p. 638. Vol. L. P. I. p. 148. auch Hiſtorie der Platina im Zuſammenhange der Künſte, Th. I. B. I. S. 211.) und **Marggraf** (Mem. de Berlin. 1757. auch in ſ. Chymiſchen Schriften, Th. I. S. 1 u. f.) unterſucht, und durch **Morin** (L'or blanc ou l'huitième Métal. Paris, 1758. 12.) auch in Frankreich bekannt gemacht, wo ſich **Baume**, **Macquer**, **de Morveau**, die Grafen von **Buffon** und von **Milly**, zuletzt aber und vorzüglich der churpfälziſche Geſandte am Hofe zu Verſailles Graf von **Sickingen** (Verſuche über die Platina, Manheim, 1782. 8. a. d. frz. überſ. von Herrn **Succow** in Lautern) mit fernern Unterſuchungen darüber beſchäftiget haben. Auch **Bergmann** (De Platina in Opuſc. Vol. II. p. 166. und De tubo ferru-

minatorio §. 23.) hat Verſuche über dieſes Metall angeſtellt, die mit den Sickingiſchen ſehr wohl übereinſtimmen. **De Morveau, Buffon** und **de Milly** hielten die Platina für eine Miſchung von Gold und Eiſen; **von Sickingen** aber hat ſie zuerſt in ihrer gehörigen Reinigkeit als ein eignes feuerbeſtändig-dehnbares, mithin **edles Metall** dargeſtellt.

Nach den vortreflichen Verſuchen dieſes Chymiſten halten die gewöhnlichen Platinakörner auf ein Drittel Eiſen, welches ſich ungemein ſchwer abſcheiden läſt. Dies verändert die Eigenſchaften des Metalls ſo ſehr, daß man dieſelben nach den mit ſolchen Körnern angeſtellten Verſuchen gar nicht beurtheilen kan. Auch findet man darinn bisweilen Goldtheilchen, und etwas Queckſilber, welches vielleicht von der Bearbeitung herrührt. Die Reinigung von Eiſen gelang endlich auf dem naſſen Wege durch Auflöſung in Königswaſſer, fortgeſetzte Niederſchlagung des Eiſens mit Blutlauge, und Kryſtalliſirung der übrigen Auflöſung.

Dieſe gereinigte Platina ließ ſich unter dem Hammer ſtrecken, zu Drath von $\frac{1}{7}$ Lin. Durchmeſſer ziehen, und auf der Plattmaſchine platten. Ihre Dehnbarkeit iſt alſo erwieſen, ob man ihr gleich noch keine beſtimmte Stelle gegen die Dehnbarkeit anderer Metalle anweiſen kan.

Ihre Feſtigkeit ward durch eine eigne Maſchine unterſucht, und ſtärker, als die Feſtigkeit des Goldes und Silbers gefunden. Auch iſt ihre Härte ſehr beträchtlich, und faſt der des Eiſens gleich. In Abſicht des Glanzes und der Politur übertrift ſie alle Metalle, daher der Graf **von Sickingen** eine Compoſition von Platina, Eiſen und Gold zu Metallſpiegeln vorſchlägt.

Ihr eigenthümliches Gewicht übertrift nach eben dieſen Verſuchen das Gewicht des Goldes, das man ſonſt für die ſchwerſte aller Materien hielt. Es beträgt 20 bis 21,061 mal ſo viel, als das Gewicht des deſtillirten Waſſers. Die gewöhnlichen Körner aber ſind nur 11, und die ſchwerſten 15mal ſo ſchwer, als Waſſer.

Im gewöhnlichen Feuer iſt die reine Platina in ſo hohem Grade unſchmelzbar, daß in Oefen, die mit Blaſe-

bälgen auf allen Seiten erbaut waren, die Tiegel und eiſernen Stäbe niederſchmolzen, aber die Platina nur zuſammengeſchweißt ward. Dennoch ſchmolz ſie unter dem Trudainiſchen Brennglaſe. Auch hat Herr Gellert in Freyberg Platina in einem mit Stübbeheerd gefütterten Schmelztiegel, und de Morveau dergleichen durch einen Zuſatz von Glas, Borax und Kohlenſtaub geſchmolzen. Beydes aber iſt wohl nicht völlig von Eiſen gereinigte Platina geweſen.

Mit andern Metallen verſetzt kömmt ſie ganz leicht in Fluß. Weil ſie ſich ſo leicht mit dem Golde verbinden läſt, und man ſonſt kein Mittel kannte, dieſe Miſchung zu entdecken, ſo verbot der ſpaniſche Hof ihren Gebrauch und ihre Ausfuhr, um die Verfälſchung des Goldes zu verhüten. Dem Kupfer giebt ſie, in geringer Menge zugeſetzt, eine roſenrothe Farbe.

Gegen die mineraliſchen Säuren verhält ſie ſich, wie das Gold; ſie wird nemlich blos von der dephlogiſtiſirten Salzſäure und dem Königswaſſer angegriffen. Die Auflöſung iſt goldgelb, und die Laugenſalze ſchlagen daraus ein gelbes oder ziegelrothes Pulver nieder, welches ein Platinakalk iſt, dem aber in den meiſten Fällen noch Salze anhängen. Die Blutlauge ſchlägt blos das beygemiſchte Eiſen, als ein Berlinerblau, nieder, und iſt daher zur Reinigung der Platina brauchbar. Der Aether zieht die Platina aus der Auflöſung in ſich, wie das Gold, ſ. Gold. Da der Salmiak die Platina niederſchlägt, ohne das Gold zu fällen; hingegen der Eiſenvitriol das Gold fällt, ohne die Platina niederzuſchlagen, ſo kan man anjetzt durch dieſe Mittel die Vermiſchung des Goldes mit der Platina ſehr ſicher entdecken.

Dieſes vortrefliche Metall, welches ſo feuerbeſtändig und unzerſtörbar, als das Gold, und ſo hart und feſt, als das Eiſen, iſt, auch von Luft und Waſſer nicht angegriffen wird, nicht roſtet und den einfachen Säuren ſo gut, als Glas, oder irdene Gefäße, widerſteht, würde den Wiſſenſchaften, Künſten und der Handlung unendliche Vortheile bringen, wenn es nicht ungebraucht in Amerika liegen

bleiben müſte. Der einzige Gebrauch, den man bey ſeiner großen Seltenheit bisher davon gemacht hat, iſt zu Compoſitionen für Metallſpiegel geweſen. Im lichtenbergiſchen Magazin (IV. B. 2 St. S. 190.) findet man die Nachricht, daß der Abbe **Rochon** ein Teleſkop von ſechs Fuß mit einem Spiegel von dieſem Metalle verfertiget habe.

Macquer chymiſches Wörterbuch durch Leonhardi, Art. Platina.

Hagen Grundriß der Experimentalchemie, Königsb. und Leipz. 1786. gr. 8. S. 377 u. f.

Platten, elektriſche, ſ. **Quadrat, elektriſches.**

Platzgold, ſ. **Knallgold.**

Pnevmatik, Pnevmatica. Unter dieſem Namen hat **Karſten** (Lehrbegrif der geſammten Math. Th. 6. Greifsw. 1771. 8.) die Lehre von der Bewegung elaſtiſcher flüßiger Maſſen, oder luftförmiger Stoffe vorgetragen, welcher ſonſt in der Aerometrie kaum gedacht ward. Man kan aber die Aerometrie, nach dem Beyſpiele der andern mechaniſchen Wiſſenſchaften, in Aeroſtatik, Pnevmatik und Aerodynamik eintheilen, ſ. **Aerometrie.** Die Karſtenſche Pnevmatik begreift die Aerodynamik mit in ſich, weil ſich überhaupt von der Bewegung luftförmiger Materien wenig ohne höhere Mathematik lehren läſt.

Karſten giebt in ſeiner Pnevmatik eine allgemeine Formel über die Bewegung der Luft in Gefäßen und Röhren, wendet dieſe auf die Berechnung der Luftpumpen und Windbüchſen an, verbindet damit die Lehre von der Gewalt des entzündeten Schießpulvers, und beſchließt mit der Theorie des Windſtoßes, des Anemometers und der Windmühlenflügel. Er geſteht ſelbſt, daß wir in Abſicht des Phyſikaliſchen, worauf die Rechnungen gegründet werden müſſen, noch weit zurück ſind. Wenn man alles, was höhere Mathematik vorausſetzt, abſonderte, ſo würde für die gemeine Pnevmatik noch immer die Erklärung vieler nützlichen Maſchinen übrig bleiben, welche jetzt zum Theil zur Mechanik und Hydraulik gezogen werden.

Pnevmatiſch=chymiſcher Apparat, pnev=matiſch=chymiſche Geräthſchaft, Apparatus pnevmato-chymicus, *Appareil pneumato-chymique.* Seitdem die Entdeckungen über die Gasarten oder luftförmigen Stoffe für die Naturlehre ſo wichtig geworden ſind, hat der Phyſiker bey ſeiner Experimentalgeräthſchaft eigne Werkzeuge nöthig, um die elaſtiſchen Materien, die ſich bey den Auflöſungen, Deſtillationen u. ſ. w. entwickeln, aufzufangen, einzuſchließen, oder nach dem gewöhnlichen Ausdrucke, zu ſperren, und den Verſuchen zu unterwerfen. Man begreift dieſe Werkzeuge zuſammen unter dem Namen des pnevmatiſch=chymiſchen Apparats. Pnevmatiſch nemlich heißt alles, was luftförmige Stoffe angeht (ſo iſt auch die Luftpumpe ein pnevmatiſches Werkzeug): chymiſch aber wird dieſr Geräthſchaft insbeſondere genannt, weil ſie zu Unterſuchung der chymiſchen Eigenſchaften dient.

Man ſammlet die Luftarten in gläſernen Gefäßen, die insgemein cylindriſch, oder den Glocken der Luftpumpe ähnlich ſind. Weil aber die atmoſphäriſche Luft, mit der ſie ſich ſonſt vermiſchen würden, ſie nicht berühren darf, ſo ſchließt man ſie in den obern Theil dieſer Glocken vermittelſt einer flüßigen Materie ein, die den untern Theil ausfüllt, und den Zutritt der Luft abhält. Dieſe flüßige Materie iſt gewöhnlich Waſſer; bey den mit Waſſer miſchbareu Gasarten aber iſt nöthig, Queckſilber zu gebrauchen. Daher theilt ſich die pnevmatiſch=chymiſche Geräthſchaft in den gemeinen Waſſerapparat und den Queckſilberapparat.

Schon D. Hales, Brownrigg und Cavendiſh gebrauchten zu ihren Verſuchen über die Luft Gefäße mit Waſſer, in welchen mit Waſſer gefüllte gläſerne Glocken umgeſtürzt waren, und leiteten die aus den Körpern entwickelte Luft unter dieſe Glocken, in welchen ſie ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit gemäß in den obern Theil aufſtieg, und ſich über das Waſſer ſetzte. Dies iſt die Hauptidee der ganzen Geräthſchaft, deren erſte Anwendung dem D. Hales zugehört. Aber D. Prieſtley hat bey ſeinen faſt unzählbaren Verſuchen in dieſem Fache ſo manches abgeändert

und einfacher eingerichtet, daß man ihn billig den Erfinder der jeẓt üblichen Vorrichtungen nennen kan. Er beſchreibt dieſelben (Verſuche und Beob. über verſchiedene Gattungen der Luft, a. d. engl. I Theil. Wien und Leipz. 1778. 8. S. 6 u. f.) nach ihrer erſten Einrichtung, wozu nachher noch einige Abänderungen gekommen ſind. Die Anſtellung der Verſuche ſelbſt erfordert noch Handgriffe, über die ſich kein ſchriftlicher Unterricht geben läſt, die man aber durch eigne Ausübung gar bald erlernt.

Das erſte Stück des gemeinen Waſſerapparats iſt eine ovale **Wanne** von Holz, oder auch von verzinntem Kupfer ABCD, Taf. XIX. Fig. 81. Ihre Länge kan 2—3 Fuß; ihre Tiefe und Breite 1—1½ Fuß betragen. Man kan ſie mit eiſernen Reifen umlegen, und von auſſen mit Oelfarbe anſtreichen. Bey KK bekömmt ſie eiſerne oder meſſingne Handhaben. Inwendig iſt es rathſam, das Holz nicht anzuſtreichen, ſondern blos zu laſſen. Die beſten Dienſte würden Wannen von Töpferzeug oder Steingut thun, wenn man ſie von dieſer Größe haben könnte.

Drey bis vier Zoll unter ihrem obern Rande iſt ein **Queerbret** oder **Geſimſe** efg wagrecht ſo angebracht, daß es ohngefähr den dritten oder vierten Theil des Durchſchnitts der Wanne bedeckt. Dieſes Bret iſt 1—1½ Zoll dick, und hat längſt dem Rande ef hin eine Reihe runder Löcher hi, welche bis ½ Zoll im Durchmeſſer haben, und etwa 1 Zoll weit vom Rande ef abſtehen. Dieſe Löcher ſind an der untern Seite des Brets trichterförmig ausgeweitet, oder es ſtecken in ihnen kurzröhrichte Trichter, die ihre weite Mündung dem Boden der Wanne zukehren. Das Bret ſelbſt iſt in einen an der innern Seite der Wanne angebrachten Falz eingelegt, damit man es bey Reinigung der Wanne herausſchieben könne. Bey den Verſuchen wird es von einem durch ein Loch im Brete und Falze geſteckten Zapfen feſtgehalten.

Dieſe Wanne wird auf einer Bank in einer bequemen Höhe an ein Fenſter geſtellt, um bey den Verſuchen das nöthige Licht zu haben. Man füllt ſie mit Waſſer ſoweit

an, daß das Geſimſe efg $1\frac{1}{2}$ — 2 Zoll hoch davon bedeckt wird.

Zur Auffammlung und Aufbewahrung der entwickelten Luftarten gebraucht man allerley gläſerne Gefäße, vorzüglich Glocken und Cylinder, die am obern Ende entweder ganz zu, oder mit einem eingeſchliffenen Glasſtöpſel verſehen, am untern ganz offen ſind. Die Glocken bekommen auch wohl oben einen Knopf, um ſie bequemer aufzuheben. Man muß deren von 9—15 Zoll Höhe, und von 6—10 Zoll Durchmeſſer haben. Ihre Höhe richtet ſich nach der Tiefe der Wanne, um ſie ganz darinn untertauchen zu können. Die Cylinder müſſen ſo genau als möglich gearbeitet ſeyn, damit man aus der Höhe der darinn ſtehenden Flüßigkeiten ohne merklichen Fehler auf den körperlichen Inhalt ſchließen könne.

Um nun ein ſolches Gefäß in den Stand zu ſetzen, in welchem es eine entwickelte Luftart aufnehmen kan, muß man es zuvor ganz mit Waſſer anfüllen. Zu dem Ende wird es ganz in das Waſſer der Wanne untergetaucht, und ſo gewendet, daß ſich die untere Oefnung oberwärts kehrt. Läßt man es eine kurze Zeit in dieſer Lage, ſo geht die darinn befindliche atmoſphäriſche Luft in Blaſen heraus, und das Waſſer der Wanne tritt an ihre Stelle. Man kehrt nunmehr das ofne Ende des Gefäßes unter dem Waſſer wieder unterwärts, und hebt das obere aus der Wanne hervor, bis der untere Rand des Glaſes an den Rand des Geſimſes ef kömmt. Alsdann ſchiebt man das Gefäß ſeitwärts über das Geſimſe efg, und ſetzt es auf demſelben nieder. Man muß ſich dabey nur hüten, daß kein Theil vom untern Rande des Glascylinders über die Waſſerfläche hervorkomme, welche noch $1\frac{1}{2}$—2 Zoll hoch über der Fläche efg ſteht; ſonſt würde die atmoſphäriſche Luft ins Gefäß dringen, und das Waſſer heraustreiben. Hat man aber dieſe Berührung der Luft verhütet, ſo bleibt der umgekehrte Glascylinder ganz mit Waſſer gefüllt auf efg ſtehen. Denn da das Waſſer der Wanne den Druck der Atmoſphäre trägt, ſo kan die im Gefäße ſtehende Waſſerſäule nicht fallen, und einen leeren Raum über ſich laſſen, wofern ſie nicht über 30 Fuß

hoch iſt, ſ. Luft (oben S. 7. 8.). So weit reicht aber die Höhe der gewöhnlichen Glocken und Cylinder bey weitem nicht. Nach dieſer Vorbereitung iſt nun das Gefäß geſchickt, ſtatt des Waſſers eine entwickelte Luftart aufzunehmen.

Zur Entwicklung der Luftarten ſelbſt dient, wenn keine große Hitze nöthig iſt, die gewöhnliche Taf. XIX. Fig. 82. vorgeſtellte Entbindungsflaſche. Sie beſteht aus einem weiſſen ſtarken Glaſe A, in deſſen Hals eine wie ein umgelegtes S gebogne, an beyden Enden ofne, Glasröhre B eingeſchliffen iſt. Man kan auch die Oefnung des Glaſes A mit einem Korkſtöpſel verſchließen, in welchen ein Loch gebohrt iſt, durch welches die gebogne Röhre B hindurchgeht. Es werden die zur Entwicklung nöthigen Materialien in A eingeſchüttet, und alsdann Stöpſel und Röhre, oder die eingeſchliffene Röhre B aufgeſetzt, wie ſchon beym Worte Gas, brennbares (Th. II. S. 363.) angeführt iſt. Man kan auch den Entbindungsflaſchen, wie bey Fig. 83., zwo Oefnungen geben, wo C zum Einſchütten der Materialien, B zu Aufſetzung der Röhre dient. Iſt eine gelinde Hitze nöthig, ſo hält man unter A ein Kohlenfeuer, oder einen brennenden Wachsſtock.

Wenn ſtärkere Hitze erfordert wird, muß man ſtatt dieſer Flaſche gläſerne beſchlagne oder irdene Retorten gebrauchen, die ins Sandbad geſtellt, oder ins freye Feuer gelegt werden können. Dieſe bekommen eben ſolche gebogne Röhren, wie die Entbindungsflaſche. Um das Zerſpringen zu verhüten, macht man dieſe Röhren von Blech; wenn aber die entwickelten elaſtiſchen Materien das Metall angreifen, müſſen ſie doch von Glas ſeyn. Zuweilen bedient man ſich auch eines Flintenlaufs, von dem das eine Ende mit den hineingebrachten Materialien ins freye Feuer gelegt, das andere aber mit dem gebognen Rohre verſehen, oder auch unmittelbar unter das Aufſammlungsgefäß gebracht wird.

Bey der Entbindung ſelbſt wird die Oefnung des gekrümmten Rohres unter die Mündung eines im Geſimſe der Wanne befindlichen Trichters gebracht, über welchem das

mit Waſſer gefüllte Gefäß ſteht. Die Krümmung der Röhre macht, daß man die Entbindungsflaſche in dieſer Stellung über den Rand der Wanne hängen kan. Die entwickelte Luft ſteigt aus dem Rohre wegen ihrer Leichtigkeit im Waſſer auf, geht durch den Trichter ins Gefäß, ſetzt ſich in deſſen obern Theil, und treibt das Waſſer immer tiefer herab. Die abſolute Elaſticität der Luftart im Gefäße iſt alsdann gleich dem Drucke der Atmoſphäre weniger dem Drucke der noch im Gefäß unter der Luftart befindlichen Waſſerſäule. Wenn das Gefäß ganz angefüllt iſt, d. i. wenn das Waſſer in demſelben dem in der Wanne gleich ſteht, ſo hat die eingeſperrte Luftart gleiche abſolute Elaſticität mit der Atmoſphäre ſelbſt. Man ſchiebt alsdann ein neues mit Waſſer gefülltes Gefäß an die Stelle des vorigen.

Will man ein mit der Luftart ganz oder zum Theil gefülltes Gefäß aus der Wanne hinwegnehmen, ſo ſenkt man einen porcellanenen, irdenen oder hölzernen Teller unter das Waſſer, und führt das Gefäß ſenkrecht darauf, ohne deſſen untern Rand über das Waſſer hervorkommen zu laſſen. Sobald es auf den Teller niedergeſetzt iſt, kan man denſelben mit dem Gefäße aus der Wanne heben, und auf die Seite ſetzen, wobey die Luftart durch das auf dem Teller zurückbleibende Waſſer geſperrt wird, wie Taf. XIX. Fig. 84.

Um die Luftarten in enghalſigen Flaſchen oder Röhren aufzufangen, dienen kurzröhrichte flache Trichter, die man in die Oeſnung der mit Waſſer gefüllten umgekehrten Flaſchen oder Röhren ſteckt, und ſie mit ſelbigen über ein Loch im Brete der Wanne bringt. Zur Aufbewahrung der Luftarten verſtopft man die Mündung der Flaſche unter dem Waſſer mit Kork oder einem eingeſchliffenen Stöpſel, und verwahrt ſie mit Wachs, oder man läſt die Flaſche umgekehrt mit der Mündung in einer Schale voll Waſſer ſtehen.

Der Queckſiberapparat für Gasarten, die ſich mit dem Waſſer zu ſchnell vermiſchen, iſt im Weſentlichen dem Waſſerapparat ähnlich, nur wegen des Preißes und der Schwere des Queckſilbers kleiner. Statt der Wanne dient ein viereckigtes Gefäß von dicht zuſammengefügtem Holz oder Eiſenblech, wie ABC, Taf. XIX. Fig. 85., etwa 12 Zoll

lang, 4 Zoll breit, und 5 Zoll tief, das gegen 100 Pfund Queckſilber hält. Das Bret oder Geſimſe von Holz wird eben ſo, wie beym Waſſerapparat in einem Falze angebracht, damit man es herausſchieben könne. In dieſem Brete, wovon Fig. 86. einen Durchſchnitt vorſtellt, befindet ſich eine Oefnung l, welche unten trichterförmig ausgeweitet, oben aber, wie die Figur deutlich zeigt, in eine kleine ¼ Zoll hohe Röhre geendiget iſt, die etwa ½ Zoll Durchmeſſer hat. Dies iſt wegen der Undurchſichtigkeit des Queckſilbers nöthig, damit man unter demſelben die Stelle l fühlen könne. An der untern Seite des Brets darf nichts hervorragendes ſtehen bleiben. Das Gefäß ABC bekömmt Handhaben, wie L, und wird in ein anderes flaches Gefäß HIK geſetzt, um den Verluſt des Queckſilbers zu verhüten. Die zum Queckſilberapparat gehörigen Cylinder ſind nur ſchmal und wenige Zoll hoch. Es würde ſonſt zu ſchwer ſeyn, ſie mit Queckſilber gefüllt heraufzuziehen und gehörig zu behandlen. Uebrigens iſt das Verfahren eben ſo, wie beym Waſſerapparat, und die umgekehrten Gefäße bleiben mit Queckſilber gefüllt, ſo lang ihr oberes verſchloßnes Ende nicht 28 Zoll hoch über der Queckſilberfläche in ABC ſteht.

Um in dieſen Apparaten eine Luftart aus einem Gefäße ins andere zu bringen, ſtellt man das letztere Gefäß mit der Flüßigkeit der Wanne gefüllt über das Loch des Geſimſes, bringt jenes Gefäß mit der Mündung nach unten gekehrt, in dieſe Flüßigkeit, öfnet es unter derſelben, bringt die Mündung nach und nach unter den Trichter, und läßt durch allmähliges Neigen die darinn enthaltene Luft in Blaſen in die Höhe ſteigen, und durch den Trichter in das andere Gefäß gehen. Soll ein beſtimmtes Volumen von Luft in ein Gefäß gebracht werden, ſo dienen dazu Maaße mit Schiebern, dergleichen bey dem Worte **Eudiometer** (Th. II. S. 100.) beſchrieben worden ſind.

Alle dieſe Behandlungen erfordern Handgriffe, die man am beſten durch Uebung lernt. Es wird dienlich ſeyn, über dieſelben **Prieſtley's** Vorſchriften (Verſ. und Beob. über verſchiedne Gattungen der Luft, Th. I. S. 5 u. f.) nachzuleſen.

Weil bey der Abmeſſung des Volumens der Luftarten in Gefäßen wegen der Wärme, Compreſſion durch die Atmoſphäre, Miſchung und Abſorption immer große Schwierigkeiten übrigbleiben, die bey dem gewöhnlichen Apparat gar nicht zu vermeiden ſind, ſo verfiel Lavoiſier zuerſt darauf, die Luftarten durch Spritzen auszuſaugen und aus einem Gefäße ins andere zu bringen. Herr Wilke (Neue ſchwed. Abhdl. IV Band, 1785, auch in Lichtenbergs Magazin fur das Neuſte ꝛc. III B. 4 St. S. 106 u. f.) hat eine ſehr deutliche Vorſtellung dieſer Einrichtung gegeben, die ſich zugleich als ein Eudiometer gebrauchen läſt, die aber auch hier, als Abänderung des Apparats im Allgemeinen, angeführt werden muß.

Taf. XIX. Fig. 87. iſt a b ein Gefäß von überfirnißtem Eiſenblech, in welchem an drey Stangen c, c, c drey birnförmige Luftflaſchen d, e, f hängen, welche ſo abgewogen ſind, daß ſie halb mit Luft gefüllt, gerade auf dem Waſſer ſchwimmen, ohne umzuſtürzen; ihre Oefnungen ſind unter der Waſſerfläche des Behälters a b. Dieſe Flaſchen können zuerſt mit Waſſer, und dann mittelſt Einbringung der Spritzröhre mit den Luftarten angefüllt werden. Die Spritze hat an ihrer gebognen Röhre einen aufſteigenden Schenkel, der ſo lang iſt, daß er bis an den obern Theil der Flaſchen d, e, f reicht, und ſo ſtandhaft, daß dieſelben mit ihm können aufgehoben werden. Bey g iſt eine Glaskugel mit zwo Hälſen an die obere Oefnung der Spritze befeſtiget. Die Spritze h i ſelbſt beſteht aus einem ganz glatten gleich weiten Cylinder von Meſſing, deſſen Kolben mit Leder überzogen iſt. Der Stempel der Spritze i k iſt vierkantig, und der ganzen Länge nach in Zolle und Linien abgetheilt, welche vermittelſt eines am Loche i angebrachten Nonius noch in Zehntheile getheilt werden, wodurch die Bewegung des Saugens und der innere Raum der Pumpe weit leichter und genauer, als ſonſt möglich wäre, in Hunderttheile eines Zolles getheilt werden.

Will man dieſe Vorrichtung als Eudiometer gebrauchen, ſo wird von den Flaſchen d, f, die eine mit Salpeterluft, die andere mit der zu prüfenden Luftart, gefüllt. Als-

dann zieht man mit der Spritze aus dieſen Flaſchen gleiche oder ſonſt verhältnißmäßige Theile aus, und bringt ſie in der mittelſten Flaſche e zuſammen. Um die Miſchung noch mehr zu befördern, werden ſie mehreremale zuſammen in die Spritze gezogen, und wieder ausgeſpritzt. Darauf wird die Abtheilung der Spritze genau auf den Anfang geſtellt und die rückſtändige Luft in die Spritze eingezogen, da denn das Volumen derſelben unmittelbar an den Graden der Stange abgemeſſen werden kan.

Hiebey müſſen alle Theile des Apparats eine hinlängliche Zeit hindurch an einerley Orte geſtanden und einerley Temperatur angenommen haben. Während dem Einſaugen muß man die Flaſchen nicht an ihren Armen hängen laſſen, ſondern mit dem eingeſteckten Spritzrohre ſelbſt abheben und ſo ſenken, daß das innere Waſſer mit dem äuſſern im Behälter in gleicher Höhe bleibt, und folglich die innere Luft mit der äuſſern immer gleiche abſolute Elaſticität behält. Beym Ausziehen der Spritzröhre aus der Flaſche muß man verhüten, daß keine Luftblaſe aus der Röhre zurückgehe oder hineinkomme, welches die Menge der abgemeſſenen Luft verändern würde. In dieſer Abſicht iſt es gut, über die Luft in der Spritzröhre etwas Waſſer zu ziehen, welches bey der Abmeſſung ſelbſt wieder herausgetrieben wird. Wenn man die Salpeterluft zu der zu prüfenden hinzuläßt, muß die Spritzröhre ſo hoch hinaufgebracht werden, daß die Salpeterluft nicht erſt durchs Waſſer gehen darf, ſondern beyde Luftarten ſich unmittelbar berühren — ein Vortheil, der bey andern Einrichtungen des Eudiometers mangelt, der aber ungemein viel zur Uebereinſtimmung der Angaben beyträgt.

Zum Eudiometer möchte man nun wohl eine einfachere und leichtere Einrichtung wünſchen; ſonſt aber dient dieſe Geräthſchaft ſehr bequem zu andern Verſuchen mit Luftarten, die man dadurch mit vieler Genauigkeit und Reinlichkeit abmeſſen und in jedem Verhältniße vermiſchen kan. Herr Wilke beſchreibt a. a. O. auch einen zum Eudiometer dienenden Queckſilberapparat.

Um die Luftarten bequem aus einem Gefäße in ein anderes zu bringen, hat auch Herr Göttling (Beſchreibung verſchiedener Blaſenmaſchinen, Erfurt, 1784. 4.) eine Vorrichtung angegeben.

Tib. Cavallo Abhdl. über die Natur und Eigenſchaften der Luft ꝛc. a. d. engl. Leipz. 1783. gr. 8. Th. II. Cap. 5.

Gren ſyſtemat. Handbuch der Chemie, erſter Theil, Halle, 1787. gr. 8. §. 163 u. f.

Magazin für das Neuſte aus der Phyſik u. Naturg. v. Lichtenberg, III B. 4 St. S. 106 u. f.

Polarität, Polaritas, Directio magnetica, *Polarité, Direction de l'aimant.* Die Eigenſchaft des Magnets und der mit demſelben beſtrichenen Nadeln, ſich, wenn ſie frey ſchweben, mit gewiſſen Punkten nach den magnetiſchen Polen der Erde zu richten. Wenn man nemlich einen Magnet frey an einem Faden aufhängt, oder mit untergelegtem Kork, Holz ꝛc. auf Waſſer oder Queckſilber ſchwimmen läſt, ſo findet man an ihm zween entgegengeſetzte Punkte, deren einen er immer der Mitternachtsgegend, den andern der Mittagsgegend zuwendet. Eben dies ſind die Punkte, an welche ſich die meiſte Stahlfeile anlegt, wenn man dergleichen an den Magnet bringt, und an welchen ſich ein kleiner ſtählerner Stift auf die Oberfläche des Magnets von ſelbſt ſenkrecht ſtellt. Man nennt ſie den **Nord**- und den **Südpol** des Magnets, ſ. **Magnet**. Eben ſo verhält es ſich auch mit den künſtlichen Magneten und Nadeln, die man gehörig beſtrichen hat; dieſe haben die Pole an ihren beyden Enden, ſ. **Magnetnadel**.

Die Polarität des Magnets war den Alten gänzlich unbekannt, ob ſie gleich die nützlichſte unter allen magnetiſchen Eigenſchaften iſt. Ihre Entdeckung fällt in die dunkelſte Periode des mittlern Zeitalters, ſ. **Compaß**. Die damals erfundnen Magnetnadeln und Seecompaſſe gaben auf einmal der Schiffahrt, und mit der Zeit auch der Geographie, eine ganz andere Geſtalt. Dabey muſte man bald entdecken, daß die Gegend, nach welcher die Nadeln wieſen, nicht genau die Mitternachtsgegend war, wiewohl ſich die

zuverläßigern Beobachtungen hierüber erſt im ſechszehnten Jahrhunderte anfangen, ſ. Abweichung der Magnetnadel. Fortgeſetzte Wahrnehmungen lehrten, daß dieſe Abweichung ſogar nach Ort und Zeit veränderlich ſey, und entdeckten auch, daß ſich die Nadel gegen den Horizont neige, ſ. Neigung der Magnetnadel.

Hierauf gründete Gilbert ſchon im Jahre 1600 den Satz, die Erdkugel ſelbſt ſey ein Magnet. Er nahm die Erfahrung zu Hülfe, daß ſich die gleichnamigen Pole zweener Magnete abſtoßen, und die ungleichnamigen anziehen, und erklärte hieraus die Polarität ſehr befriedigend, indem er der Erde gegen Süden und Norden Pole beylegte, die gegen die Nord- und Südpole der Magnete freundſchaftlich oder anziehend wären. Dieſe Erklärung iſt auch immer beybehalten worden, und hat durch neuere Entdeckungen den höchſten Grad der Wahrſcheinlichkeit erhalten, da man jetzt im Stande iſt, jedem Eiſen ohne Beyhülfe eines andern Magnets, blos durch den Magnetiſmus der Erde, eine Polarität zu geben.

Die Polarität iſt alſo eine Folge des Anziehens und Abſtoßens der magnetiſchen Pole der Erde und jedes einzelnen Magnets. Man weiß auch jetzt, daß gar kein Magnetiſmus ohne Polarität ſtatt finde, oder daß kein Eiſen vom Magnet angezogen werde, ohne zugleich ſelbſt Magnet zu werden und Pole zu bekommen. Ein magnetiſches Eiſen wird vom Nordpole eines Magnets + M nur darum angezogen, weil ſein nächſtes Ende durch den Wirkungskreis des + M ein − M erhält, oder ein Südpol wird. Das andere Ende erhält alsdann + M, oder wird ein Nordpol. Bringt man eine eiſerne Stange in die Richtung des magnetiſchen Meridians, ſo iſt das nördliche Ende derſelben der Wirkung des Nordpols der Erde, welcher − M hat, mehr ausgeſetzt als das ſüdliche. Es erhält alſo + M, den Geſetzen der Wirkungskreiſe gemäß, und die Stange wird magnetiſch, ohne Beyhülfe eines andern Magnets. Hat die Stange eine auf den magnetiſchen Meridian ſenkrechte Richtung, ſo kan dieſe Wirkung nicht erfolgen, weil alsdann der Nordpol der Erde auf alle Punkte derſelben gleich ſtark

wirkt, und alſo keine ungleiche Vertheilung des ± M bewirken kan.

Polarkreiſe, Polarcirkel, Circuli polares, *Cercles polaires*. Dieſen Namen führen auf der Himmels- und Erdkugel zween kleinere Kreiſe, deren Punkte ſämtlich von den Polen dieſer Kugeln um das Maaß der Schiefe der Ekliptik, oder faſt um $23\frac{1}{2}°$, abſtehen. Taf. VIII. Fig. 2. ſind auf der Himmeskugel DE und LT, auf der Erdkugel de und lt die Polarkreiſe; DE und de der nördliche (arcticus), LT und lt der ſüdliche (antarcticus). Da ſie um die Pole gehen, ſind ſie dem Aequator parallel, oder gehören am Himmel zu den Tagkreiſen, auf der Erde zu den Parallelkreiſen, und ihre Punkte ſtehen vom Aequator um $66\frac{1}{2}°$ ab.

Am Himmel ſtehen die Pole der Ekliptik E und L auch um das Maaß der Schiefe der Ekliptik von den Weltpolen ab, ſ. Pole der Ekliptik; die beyden Polarkreiſe ſind alſo hier die Tagkreiſe, welche die Pole der Ekliptik beſchreiben.

Auf der Erdkugel umſchließen die Polarkreiſe die beyden kalten Zonen, ſ. Erdſtriche, und begrenzen die gemäßigten. Der nördliche Polarkreis geht durch Grönland, Lappland (an der Stelle, wo die Gradmeſſung durch Maupertuis geſchahe), den nördlichen Theil von Sibirien, Kamtſchatka, Californien, den nördlichen Theil von Amerika, ferner durch das Eismeer und Island. Der ſüdliche fällt in die noch gröſtentheils unbekannten Gegenden um den Südpol. Die Orte, welche in dieſen Kreiſen liegen, ſehen am längſten Tage die Sonne gar nicht untergehen: und würden am kürzeſten Tage ſie nicht aufgehen ſehen, wenn nicht die Stralenbrechung ihr Bild über den Horizont erhöbe.

Da die Schiefe der Ekliptik veränderlich iſt, ſ. Schiefe der Ekliptik, ſo ändert ſich mit ihr auch die Stelle und Größe der Polarkreiſe. Dieſe Veränderung iſt aber ſo gering, daß man ſie gewöhnlich ohne merklichen Fehler vernachläßigen kan.

Polarſtern, Nordſtern, Leitſtern, Stella polaris ſ. navigatoria, *Etoile polaire.* Ein Fixſtern zweyter Größe am äuſſerſten Ende des Schwanzes vom kleinen Bären, welcher unter allen Sternen dem in unſern Ländern ſichtbaren Weltpole, dem **Nordpole**, am nächſten ſteht, und alſo dient, die Stelle dieſes Pols kenntlich zu machen, und die Mitternachtsgegend zu finden. Um ihn kennen zu lernen, ſucht man zuerſt die ſieben Sterne im großen Bären (ſeptem Triones) auf, welche unter dem Namen des **Himmelswagens** allgemein bekannt, und in unſern Ländern an jedem heitern Abende am mitternächtlichen Himmel ſichtbar ſind. Vier von dieſen Sternen bilden ein längliches Viereck, gehören zum Körper des großen Bärs, oder ſtellen die vier Räder des Wagens vor: die übrigen drey ſtehen in einer Krümmung, und bilden den Schwanz des Bären oder die Deichſel des Wagens. Führt man durch die beyden letzten Sterne des Vierecks, d. i. durch die Hinterräder des Wagens eine gerade Linie, und verlängert dieſelbe über den Rücken des Bärs hinaus, ſo iſt der erſte helle Stern, den dieſe Verlängerung trift, der Polarſtern. Er iſt der äuſſerſte im Schwanze des kleinen Bären (Cynoſura), deſſen ſieben Sterne eine dem Himmelswagen ähnliche Figur bilden, und der **kleine Wagen** genannt werden.

Dieſer Stern ſteht dem nördlichen Weltpole, um welchen ſich alle Geſtirne zu drehen ſcheinen, ſehr nahe, und beſchreibt daher bey der täglichen Umdrehung nur einen kleinen kaum merklichen Kreis. Wenn man ihn aus einerley Standorte, z. B. aus ebendemſelben Fenſter, betrachtet, ſo findet man ihn immer an ebenderſelben Stelle des Himmels, und unter ihm liegt im Horizonte der Mitternachtspunkt. Die phönicischen Schiffer bedienten ſich dieſes Sterns, um die Weltgegenden auf der See zu unterſcheiden, und den Weg der Schiffe zu beſtimmen.

Dennoch ſteht der Polarſtern noch ein wenig vom Pole ab, und dieſer Abſtand iſt wegen des Vorrückens der Nachtgleichen veränderlich. Zu den Zeiten des Eudoxus ſtand

ſogar der Stern β in der Schulter des kleinen Bären dem Pole näher, als das α. oder der jeßige Polarſtern. Tycho fand den Abſtand vom Pole 1577, 2° 58′ 50″, **Riccioli** 1680, 2° 32′ 30″, **Maraldi** 1732, 2° 7′ 9″. In den Fixſternverzeichnißen des Herrn **Bode** für 1780 wird die Abweichung des Polarſterns 88° 7′ 49″ und ihre jährliche Zunahme 19″, 6 angegeben. Daraus folgt der Abſtand vom Pole = 1° 52′ 11″, und für 1789 = 1° 49′ 14″, 6. Der Polarſtern rückt alſo dem Pole jährlich näher, und würde noch 350 Jahre nöthig haben, um ihn ganz zu erreichen.

Bey dem Vorrücken der Nachtgleichen aber beſchreiben die Fixſterne Kreiſe um den Pol der Ekliptik, von dem ſie alſo immer gleich weit entfernt bleiben. Nun ſteht der Polarſtern vom Pole der Ekliptik um das Complement ſeiner Breite, d. i. um 23° 55½′, der Weltpol aber um das Maaß der Schiefe der Ekliptik, oder um 23° 28′ ab. Der Unterſchied 27½′ iſt die gröſte Nähe, in welche der Polarſtern jemals an den Pol anrücken kan. Dieſe Nähe wird er nach 324 Jahren erreichen, und alsdann ſich wiederum vom Pole entfernen, ſo daß für die ſpäte Nachwelt das γ des Cepheus Polarſtern werden wird.

Dem Südpole ſteht das von **de la Caille** entworfene Sternbild des Seeoctanten am nächſten. Weil dieſes aber nur Sterne der fünften Gröſſe hat, ſo wird das β der kleinen **Waſſerſchlange**, ein Stern zweyter Gröſſe, für den ſüdlichen Polarſtern angenommen, ob er gleich noch über 11° vom Pole entfernt iſt.

Pole, Poli, *Poles*. In der Sphärik oder der Lehre von den Kugelſchnitten wird der Name der **Pole**, als ein allgemeines Kunſtwort, den beyden Endpunkten einer Axe beygelegt, ſ. Axe (Th. I. S. 227.). So ſind die Punkte P und R, Taf. III. Fig. 37. die Pole aller der parallelen Kreiſe HI, DE, AQ, FG, KL, von welchen die gerade Linie PR die Axe iſt. Von jedem Kreiſe auf einer Kugel, er ſey ein gröſter Kreis, wie AQ, oder ein kleinerer, wie HI, DE u. ſ. w. findet man alſo die Pole, wenn man aus ſeinem Mittelpunkte ein Loth auf ſeine Ebne errichtet, und

daſſelbe auf beyden Seiten bis an die Oberfläche der Kugel verlängert.

Dieſe Pole ſtehen von allen Punkten der Kreiſe, denen ſie zugehören, gleich weit, und von den Punkten des gröſten Kreiſes A Q um 90° ab. Und wenn ſich zween gröſte Kreiſe der Kugel unter einem gewiſſen Winkel ſchneiden, ſo ſchneiden ſich ihre beyden Axen im Mittelpunkte unter eben demſelben Winkel, und ihre Pole ſind auf der Kugelfläche von einander um einen Bogen entfernt, welcher das Maaß eben dieſes Winkels iſt.

Stellt man ſich vor, die Kugel werde bey P und R feſtgehalten, und ſo um die unbewegte Axe P R umgedreht, ſo muß hiebey jeder Punkt der Kugelfläche einen von den parallelen Kreiſen beſchreiben, von denen P und R die Pole ſind. Daher kömmt auch der Name **Pol**, der urſprünglich einen Punkt, um den etwas gedreht wird, einen Angel (cardo, vertex, von πολεω, verto) bedeutet.

So ſcheint ſich die ganze Himmelskugel in 24 Stunden ſo umzudrehen, daß zween entgegengeſetzte Punkte dabey unbewegt bleiben, welche daher die **Pole des Himmels** oder **Weltpole** heiſſen, ſ. **Weltpole**. Dies ſind die Pole des Aequators, der mit ihm gleichlaufenden Tagkreiſe.

Eigentlich aber iſt es die Erdkugel, welche ſich in dieſer Zeit ſo um ihre Axe dreht, daß dabey zween Punkte der Erdfläche, die **Erdpole**, unbewegt bleiben, ſ. **Erdpole**. Dieſes ſind die Pole des Erdäquators und der Parallelkreiſe.

Es laſſen ſich aber für jeden Kreis der Himmelskugel Pole gedenken. So hat die Ekliptik ihre eignen Pole, ſ. **Pole der Ekliptik**. Zenith und Nadir ſind die Pole des Horizonts, Morgen- und Abendpunkt die Pole des Mittagskreiſes, Mittags- und Mitternachtspunkt Pole des erſten Scheitelkreiſes.

Bey jedem kugelähnlichen Körper, der ſich um eine Axe dreht, heiſſen die Endpunkte dieſer Axe **Pole der Umdrehung**, und ſind Pole derjenigen parallelen Kreiſe, welche die Punkte der Oberfläche bey dieſer Umdrehung beſchrei-

ben. So hat man Pole der Umdrehung bey der Sonne, dem Monde, dem Jupiter u. ſ. w.

Durch die Weltpole werden die Weltgegenden beſtimmt, weil man den Mittagskreis durch ſie führet, und durch deſſen Durchſchnitte mit dem Horizonte den Mitternachts- und Mittagspunkt findet. Weil es nun an jedem Magnete gewiſſe Stellen oder Punkte giebt, die er, wenn er frey ſchwebt, allemal gegen Mitternacht und Mittag kehret, ſo nennt man auch dieſe Stellen ſeine Pole, obgleich hiebey von keiner Umdrehung oder Kugelgeſtalt die Rede iſt, ſ. **Pole, magnetiſche.**

Pole der Ekliptik, Poli Eclipticeſ, *Poles de l'ecliptique.* Diejenigen Punkte der Himmelskugel, welche von allen Punkten der Ekliptik um 90° abſtehen, oder die Endpunkte der Axe der Ekliptik p und q, Taf. VI. Fig. 105. ſ. **Ekliptik.** Sie ſtehen von den Weltpolen P und Q um Bogen ab, welche den Winkel pVP meſſen, um den ſich die beyden Axen der Ekliptik und des Aequators pq und PQ gegen einander neigen, und der dem Winkel AVE dieſer beyden Kreiſe ſelbſt, oder der Schiefe der Ekliptik, gleich iſt. Mithin beträgt der Abſtand der Pole der Ekliptik von den Weltpolen faſt $23\frac{1}{2}°$, ſ. **Schiefe der Ekliptik.**

Unter dieſen beyden Punkten heißt p, welcher in die nördliche Halbkugel fällt, und bey uns ſichtbar iſt, der **Nordpol**, q in der ſüdlichen Halbkugel, der in unſern Ländern unſichtbar bleibt, der **Südpol** der Ekliptik. Der Nordpol fällt in das Sternbild des **Drachen**, und ſteht in der verlängerten geraden Linie durch die beyden Vorderräder des Himmelswagens, zwiſchen dem Polarſterne und dem durch zween helle Sterne kenntlichen Kopfe des Drachens; der Südpol fällt unter die Sterne des **Schwerdtfiſches** (Dorado).

Dieſe Pole drehen ſich, wie alle Punkte der beweglichen Himmelskugel in 24 Stunden um die Weltpole, und beſchreiben dadurch am Himmel die beyden **Polarkreiſe.** Sie haben alſo jeden Augenblick eine andere Stellung, da-

her ſich denn auch die Lage der Axe und der Ekliptik ſelbſt, gegen Horizont, Mittagskreis und alles, was zur unbeweglichen Himmelskugel gehört, mit jedem Augenblicke ändert.

Gröſte Kreiſe durch dieſe Pole geführt, ſtehen auf der Ekliptik ſenkrecht, und heiſſen **Breitenkreiſe**, weil auf ihnen die Breite der Geſtirne gemeſſen wird.

Das Vorrücken der Nachtgleichen verurſacht eine ſcheinbare Bewegung der Geſtirne, mit welcher jedes derſelben von Abend gegen Morgen parallel mit der Ekliptik fortrücket. Die Kreiſe, welche durch dieſe Bewegung beſchrieben werden, gehen um die Pole der Ekliptik und dieſe Pole ſelbſt bleiben dabey unbewegt. Dagegen ſind ſie wegen der veränderlichen Schieſe der Ekliptik, die ihren Abſtand von den Weltpolen ändert, einer kleinen Bewegung unterworfen.

Pole, magnetiſche, Poli magnetici, *Poles magnétiques, Poles de l'aimant.* Diejenigen Punkte oder Stellen eines Magnets, in welchen ſeine Anziehung gegen das Eiſen oder andere Magnete am ſtärkſten iſt, und die ſich, wenn der Magnet frey ſchwebt, nach Mitternacht und Mittag kehren, ſ. **Magnet, Polarität.** Man unterſcheidet ſie nach der Gegend, gegen die ſie ſich richten, mit den Namen des **Nord-** und **Südpols.**

Die Mittel, ſie zu finden, mit Bemerkungen über ihre Anzahl, kommen beym Worte **Magnet** (oben S. 96.) vor. Wenn man den natürlichen Magnet durch eine Armatur verſtärkt, ſo heiſſen die beyden hervorſtehenden Füße derſelben **künſtliche Pole.**

Bey zween verſchiedenen Magneten heiſſen die Pole, welche ungleiche Namen führen (der Nordpol des einen und der Südpol des andern) **freundſchaftliche** oder **einige** (amici), die gleichnamigen **feindliche** oder **uneinige Pole** (inimici), weil ſich jene anziehen, dieſe abſtoßen. Dies hat auf den Begrif von entgegengeſetzten Magnetiſmen geleitet, und dieſem Begriffe gemäß bezeichnet man ſehr be-

quem den Magnetiſmus eines Nordpols mit + M, den eines Südpols mit — M, ſ. **Magnet.**

Unſtreitig iſt der Magnetiſmus durch alle Theile des Magnets verbreitet, und nicht ausſchließend den Polen eigen. Die Pole ſind nur diejenigen Punkte der Oberfläche, welche in der mittlern Richtung liegen, die aus der Zuſammenſetzung der Anziehungen oder Abſtoßungen aller Theile reſultirt: alſo **Mittelpunkte der Anziehung**, ſ. **Mittelpunkt.** Man kan annehmen, es ſey der ganze Magnetiſmus daſelbſt beyſammen. Jeder Pol hat nun eine gewiſſe Stärke ſeines M, und ſeinen beſtimmten Wirkungskreis, innerhalb deſſen er in jedem eines Magnetiſmus fähigen Körper das dem ſeinigen entgegengeſetzte M hervorzubringen ſtrebt. Hierauf beruht die Erklärung der meiſten Phänomene und die Verfertigung der künſtlichen Magnete, wobey an der Stelle, die zuletzt im Wirkungskreiſe eines + M geweſen iſt, der Pol − M entſteht.

Alle magnetiſche Erſcheinungen weiſen darauf hin, daß die Erdkugel ſelbſt ein Magnet ſey. Daraus läßt ſich die Polarität, die Abweichung und die Neigung der Magnetnadel ſehr ungezwungen erklären, und die ſogenannte Erregung des urſprünglichen Magnetiſmus giebt einen directen Beweiß davon, der den Satz faſt zur Gewißheit bringt. Alſo muß es auch **magnetiſche Pole der Erdkugel** geben. Bey dieſen aber muß man die Zeichen + und — umkehren. Wenn nemlich die Nordpole der Nadeln + M haben, und ſich darum nach Mitternacht wenden, weil ſie vom nördlichen Pole der Erde angezogen werden, ſo muß dieſer Nordpol der Erde ein — M beſitzen, indem nur entgegengeſetzte M ſich anziehen können. Und aus eben dem Grunde muß man dem Südpole der Erde ein + M beylegen.

Allem Anſehen nach verändern dieſe magnetiſchen Pole der Erde ihre Stellen. Man hat aber bis jetzt noch wenig Gewißheit über ihre gegenwärtige Lage und Bewegung erhalten können. **Halley** nahm vier Pole, zween feſte in der äuſſern Rinde, und zween in dem beweglichen innern Kerne der Erde an; auch **Muſſchenbroek** folgerte aus des

P. Noel Beobachtungen der Neigung, daß es mehr, als zween Pole gebe; aber der jüngere Euler zeigt, daß ſich alle zuverläßige Erſcheinungen aus zween beweglichen Polen erklären laſſen. Man findet umſtändlichere Belehrungen hierüber bey den Worten **Abweichung** und **Neigung der Magnetnadel.**

Polemoſkop, Polemoſcopium, *Polemoſcope.* Dieſen Namen gab **Hevel** (Selenographiae prolegom. p. 24. ſqq.) einem von ihm im Jahre 1637 erfundnen optiſchen Werkzeuge, wodurch man Gegenſtände betrachten kan, die dem bloßen Auge durch einen undurchſichtigen Körper verdeckt werden. Der Gedanke, es könne im Kriege nützlich ſeyn, um ohne Gefahr über Mauern und Wälle zu ſehen, gab ihm Anlaß zu der Benennung, welche buchſtäblich ein Kriegsperſpectiv bedeutet.

Man ſieht bald, daß es auf Spiegel ankömmt, wie man dergleichen in den Fenſter-Nichen anbringt, um die Vorübergehenden zu betrachten, ohne von ihnen wieder geſehen zu werden, wozu **Dechales, Zahn** u. a. allerley Anſchläge geben.

Hevels Einrichtung beſteht aus Röhren, die ſich in einander verſchieben laſſen, wie BF, Taf. XIX. Fig. 88. Am obern Ende B iſt das Knie BA rechtwinklicht angeſetzt und bey A offen. Am untern Ende F iſt ſeitwärts ein kürzeres Knie H angebracht, und mit einem Hohlglaſe verſehen, woran das Auge gehalten wird. Mitten im Rohre bey E iſt ein erhabnes Objectivglas, das ſich verſchieben läſt, wenn man den obern Theil des Rohrs weiter herauszieht oder zurückſchiebt. In den Winkeln der Kniee ſind die Planſpiegel CD und GF unter Winkeln von 45° angebracht. Wird nun die Oefnung A über eine Wand, hinter der das Auge O ſteht, hinaus gehalten, ſo fallen die Stralen von den äuſſern Gegenſtänden auf den Spiegel CD, werden von ſelbigem dem Spiegel GF, und von dieſem dem Auge bey H zugeſandt, welches den Stral, der von I in der Axe des Rohrs einfällt, nach den Geſetzen der Reflexion in der Richtung KO erhält, und wenn keine Linſengläſer da wären, die

Gegenſtände ſo ſehen müſte, als ob es ſich in A befände, weil bloße Planſpiegel die Geſtalt und Lage der Bilder nicht ändern. Kommen nun noch die Gläſer bey E und H hinzu, die ein galileiſches Fernrohr bilden, ſo ändern die Planſpiegel nichts in der Entfernung und Größe des von E gemachten Bildes; das Auge ſieht alſo, wenn die Gläſer gehörig geſtellt ſind, auch entfernte Gegenſtände deutlich, aufrecht und vergrößert.

Wenn man die Unbequemlichkeit nicht ſcheuet, von unten hinauf zu ſehen, und alles in der Höhe ſchwebend zu erblicken, ſo kan der Spiegel GF wegbleiben, und das Augenglas bey F eingeſetzt werden. Dann iſt das Ganze ein gewöhnliches galileiſches Fernrohr, auf den Spiegel CD gerichtet, in welchem man die Gegenſtände betrachtet, die nach I hinaus liegen, und ſich in CD ſpiegeln.

Hertel (Vollſtändige Anweiſung zum Glasſchleifen und Verfert. der optiſchen Maſchinen, Halle, 1716. 8. Th. II. C. 4. §. 9.) beſchreibt die Verfertigung ſolcher Werkzeuge ſehr vollſtändig, und ſchlägt vor, ſtatt des hohlen Augenglaſes, welches das Geſichtsfeld ſehr verkleinert, drey erhabne zu nehmen, d. i. ein **Erdfernrohr** zu machen. **Leutmann** (Anmerkungen von Glasſchleifen, Wittenb. 1719. 8. §. 101 u. f.) zieht die Art vor, da das Objectivglas nicht in E, ſondern gleich bey A ſelbſt ſteht, und die Stralen zuerſt auffängt, ehe ſie an den Spiegel kommen. Die Wirkung iſt ganz einerley, und die Abänderung kan nur dazu dienen, den Spiegel vor der freyen Luft zu ſchützen, und alſo beſſer zu ſchonen. **Smith** handlet im Lehrbegrif der Optik (im engliſchen Original) ebenfalls von dieſen Werkzeugen, und beſchreibt zwey Arten, welche beyde hohle Augengläſer haben; wobey er erinnert, das Inſtrument dürfe nicht allzulang ſeyn, weil es ſonſt ein ſo kleines Geſichtsfeld bekomme, daß man die Gegenſtände ſchwerlich finden könne.

Wenn dieſes Werkzeug im Kriege nicht oft gebraucht wird, ſo kömmt es deſto häufiger, in einer friedlichern Abſicht, als **Operngucker** vor. Es wird nemlich in einem kurzen holländiſchen Taſchenperſpective die Röhre etwas über

das Objectivglas hinaus verlängert, und an einer Seite ausgeſchnitten. Der ausgeſchnittnen Oefnung gegenüber ſteht ein Spiegel, wie CD in der Figur, gegen die Axe des Rohrs um 45° geneigt, ſo daß ſein Mittelpunkt den Stral, der durch die Mitte der Oefnung einfällt, in der Axe des Rohrs fortſendet. Es kan auch das Objectivglas ſeitwärts in der Oefnung ſtehen, und die Stralen dem Spiegel zuſenden. Wer ſich dieſes Guckers bedient, ſieht nicht den Gegenſtand, worauf das Rohr gerichtet ſcheint, ſondern den, nach welchem er die ausgeſchnittne Seitenöfnung hinwendet. Man kan ſich dadurch nach allen Seiten, auch ober- und unterwärts, umſehen, ohne daß die Zuſchauer gewahr werden, was man betrachte.

Smith's Lehrbegrif der Optik durch Käſtner in der Anm. bey Th. III. Cap. 13.

Polhöhe, Elevatio poli, *Arc d'élevation du pole.* Polhöhe eines Orts auf der Erde heißt der Bogen, um welchen der an dieſem Orte ſichtbare Weltpol über den Horizont erhaben iſt. Es iſt ein Bogen des Mittagskreiſes, weil ſich ſenkrecht auf den Horizont kein anderer Kreis durch den Pol führen läſt, als der Mittagskreis. Wenn Taf. XIX. Fig. 89. HOR den Horizont des Orts, P, p beyde Pole, ZPRQ pHAZ den Mittagskreis vorſtellt, ſo iſt der Bogen PR die Polhöhe. Dieſer Bogen mißt nach den Sätzen der Sphärik den Winkel, um welchen die Weltaxe Pp gegen die Horizontalebne des Orts HOR geneigt iſt. Die Polhöhe PR macht mit der Aequatorhöhe AH 90° aus, oder iſt das Complement der letztern zu 90°, ſ. Aequatorhöhe.

Da die geographiſche Breite eines Orts der Polhöhe deſſelben gleich iſt, ſ. Breite, geographiſche, ſo ſind die Beſtimmungen der Polhöhen für die Aſtronomie und Geographie ſehr wichtig, und es iſt eine der erſten und unentbehrlichſten Arbeiten eines Aſtronomen, die Polhöhe ſeines Beobachtungsorts genau zu finden. Man hat hiezu mehrere Methoden, von denen ich nur zwey anführen will.

Man wähle einen von den Sternen, welche dem Pole nahe ſtehen, und nicht untergehen. Ein ſolcher Stern beſchreibt um den Pol P einen kleinen Tagkreis, wie ST in der Figur, und geht dabey täglich zweymal durch den Mittagskreis ZPR, einmal über dem Pole bey S, das anderemal unter demſelben bey T. In den langen Winternächten kan man den Stern ſo wählen, daß beyde Durchgänge in einer Nacht, einer Abends, der andere gegen Morgen, beobachtet, und die Höhen des Sterns SR und TR dabey gemeſſen werden können. Dieſe Höhen muß man zuerſt wegen der Wirkung der Refraction berichtigen, ſ. Stralenbrechung, aſtronomiſche. Alsdann giebt ihr Unterſchied den Bogen ST, und dieſes Bogens Helfte PT zur kleinſten Höhe TR addirt, giebt die Polhöhe PR.

Ex. Für die Polhöhe von Petersburg fand de l'Isle (Comm. Acad. Petrop. To. II. p. 503.) 1728 des Polarſterns

	°	′	″		°	′	″
gröſte Höhe =	62°	5′	35″	kleinſte Höhe =	57°	48′	0″
Refract. =			31	Refract. =			37
ST =	62	5	4	TR =	57	47	23
TR =	57	47	23				
ST =	4	17	41				
2)							
PT =	2	8	50,5				
PT + TR =	59	56	13,5 = Polhöhe von Petersburg.				

Eine andere Methode iſt folgende. Man beobachte die Mittagshöhe eines Geſtirns, deſſen Abweichung ſchon anderswoher bekannt iſt. Dieſe Abweichung von der Mittagshöhe abgezogen, läſt die Aequatorhöhe, und dieſe von 90° abgezogen, die Polhöhe übrig. Südliche Abweichungen ſind, wenn man die Höhe des Nordpols ſucht, als negative zu betrachten, ſo daß man ſie zur Mittagshöhe hinzuſetzen muß, um die Aequatorhöhe zu finden.

Ex. Der Ritter Marinoni (Deſcriptio ſpeculae domeſticae et organici apparatus aſtron. Vindob. 1745. fol.) fand am 1 Jänner 1745 zu Wien des Aldebarans oder Stierauges

Mittagshöhe =	57°	45′	0″
Refract. =			43,2
	57	44	16,8
Abweichung =	15	58	26,6
Aequatorhöhe =	41	45	50,2
90° =	89	59	60
Polhöhe von Wien =	48	14	9,8

Unvermeidliche kleine Fehler machen, daß man nicht mit einer Beobachtung zufrieden ſeyn darf, ſondern aus mehrern, die allemal verſchieden ausfallen, das Mittel nehmen muß. So wird die Polhöhe von Petersburg in den beſten Verzeichnißen nur 59° 56′, die von Wien vom P. Hell nur 48° 12′ 32″ angegeben. Die Polhöhe oder Breite von Leipzig ſetzt Heinſius (Nov. Comm. Acad. Petrop. To. I. p. 477.) auf 51° 22′ 15″; er hat ſie aber nachher ſelbſt nur 51° 19′ 41″ angenommen. Herr von Zach (Bode Jahrb. für 1791) fand ſie mit einem 6zolligen Spiegelſextanten 51° 20′ 56″.

Auf der See iſt die Beſtimmung der Polhöhe dem Schiffer, um ſeinen Ort zu wiſſen, ganz unentbehrlich. Sie hat hier wegen der Schwankung des Schifs und der Unbeſtimmtheit der Mittagsfläche mehr Schwierigkeit, als auf dem feſten Lande; doch iſt ſie ungleich leichter, als die Erfindung der geographiſchen Länge. Man bedient ſich dazu des hadleyiſchen Spiegeloctanten, der ein ſo vortrefliches Hülfsmittel giebt, Diſtanzen der Geſtirne zur See zu meſſen. Mit dieſem Inſtrumente mißt man den Abſtand eines Geſtirns vom Scheitel, wenn es nach der Gegend ſteht, wo dem Compaſſe zufolge der Mittagskreis befindlich iſt. Um dieſe Gegend ändert das Geſtirn ſeinen Abſtand vom Scheitel ſehr langſam. Man findet alſo durch einige bald nach einander gemachte Beobachtungen leicht den kleinſten Abſtand, den es gehabt hat, und den ich = A ſetzen will. Dieſer gehört ſeiner gröſten Höhe, oder der Mittagshöhe zu, welche alſo = 90° − A iſt. Aus den Schifferkalendern, worinn ſich allemal Fixſternverzeichniſſe finden, weiß man die Abweichung des Geſtirns = D. Dieſe von der Höhe abgezogen, läſt die Aequatorhöhe (90° − A

−D), und dieſe von 90° abgezogen läſt die Polhöhe übrig, welche daher = A + D iſt.

In der nördlichen Helfte der Erdkugel oder dieſſeits des Aequators ſind die Abſtände vom Scheitel mittagwärts gerechnet und die nördlichen Abweichungen für poſitiv: hingegen die mitternachtwärts gerechneten Abſtände und die ſüdlichen Abweichungen für negativ anzunehmen. In der ſüdlichen Helfte iſt der Fall gerade umgekehrt.

Ex. Ein Seefahrer beobachtete jenſeits des Aequators 1775 den Abſtand des Sirius vom Zenith mitternachtwärts 34° 17′, wozu wegen der Refraction, welche die Abſtände vom Zenith verkleinert, noch 48 Sec. oder 0′, 8 hinzuzuſetzen ſind. Die Ephemeriden gaben ihm für dieſes Jahr die ſüdliche Abweichung des Sterns 16° 24, 6. Beydes iſt hier poſitiv zu nehmen.

Alſo A = 34° 17′,8
D = 16 24,6
A + D = 50 42,4 ſüdliche Breite des Schifs.

Wird die Sonne zu dieſer Beobachtung gewählt, ſo muß der Abſtand ihres obern oder untern Randes gemeſſen, und ihr aus den Ephemeriden bekannter Halbmeſſer dazu addirt oder abgezogen werden. Es muß auch die Länge des Schifs beyläufig bekannt ſeyn, damit man die Zeit deſſelben wiſſen, und die Abweichung der Sonne, die ſich alle Augenblicke ändert, für den Zeitpunkt der Beobachtung finden könne.

Erlaubt der trübe Himmel nicht, die Geſtirne genau in der Gegend des Meridians zu beobachten, ſo hat der Schiffer auch Methoden, den kleinſten Abſtand eines Sterns vom Zenith zu berechnen, wenn er nur vermögend geweſen iſt, drey Abſtände kurz vor oder nach der Culmination zu meſſen, und die Zwiſchenzeiten zwiſchen denſelben nach einer gleichförmig gehenden Uhr zu beſtimmen. Dieſe Mittel ſind in den meiſten Fällen hinreichend, die geographiſche Breite des Schifs, ſo weit es nöthig iſt, zu beſtimmen.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtronomie, 3te Aufl. Göttingen, 1781. 8. §. 64 u. f.

Bode Kurzgefaßte Erläut. der Sternkunde, zweyter Theil, §. 676 u. f.

Polyeder, Rautenglas, Polyedrum ſ. Polyhedron, *Polyhedre*, *Polyſcope*. So nennt man ein Glas, das auf einer Seite eben, auf der andern aber vieleckigt, oder mit mehrern gegen einander geneigten Facetten, geſchliffen iſt. Taf. XIX. Fig. 90. ſtellt den Durchſchnitt eines ſolchen Glaſes CD vor. Gewöhnlich werden die Facetten rautenförmig gebildet.

Da eine jede dieſer verſchiedentlich geneigten Vorderflächen Stralen von dem Gegenſtande A auffängt, und dieſe nach einer doppelten Brechung durch die Vorder- und Hinterfläche wieder mit der Axe des Polyeders vereiniget werden, ſo ſieht ein in dieſer Axe befindliches Auge den Gegenſtand A durch jede dieſer Flächen beſonders, und erblickt daher, wenn es in der gehörigen Entfernung ſteht, ſo viel Bilder des Gegenſtands, als Flächen ſind. Größe und Geſtalt der Objecte werden dadurch nicht ſehr geändert, weil verſchiedene Lichtſtralen ihre Winkel mit einander bey Brechungen durch ebne Flächen nur wenig ändern, wenn die Winkel nicht groß ſind. So beſteht die ganze Wirkung eines ſolchen Glaſes in einer Vervielfältigung der Gegenſtände. Man kan auch durch daſſelbe die Bilder im verfinſterten Zimmer vervielfältigen.

Man macht von dieſen Polyedern noch einen andern Gebrauch bey den dioptriſchen Anamorphoſen, ſ. **Anamorphoſen**, welcher darauf beruht, daß das Auge, wenn es von dem Glaſe etwas weiter, als gewöhnlich, entfernt wird, durch jede Vorderfläche nur einen beſtimmten Theil eines vor dem Glaſe ſtehenden Gemäldes zu ſehen bekömmt. Auf dieſen Theilen, die man insgemein durch Proben beſtimmt, werden Dinge vorgeſtellt, die durch andere Theile des Gemäldes getrennt ſind, aber durchs Polyeder betrachtet, nach der Ordnung ſeiner Vorderflächen dicht an einander ſchließen. So ſieht man durchs Glas etwas ganz anders, als was das Gemälde dem bloßen Auge darſtellt, und kan dies zu allerley Spielwerken anwenden. Leutmann (Comm.

Acad. Petrop. To. IV. p. 194. ingl. in ſ. Anm. vom Glasſchleifen) hat die Regeln dazu in beſſere Richtigkeit gebracht.

Polyopter, Polyoptron, *Polyoptre.* Man giebt dieſen Namen einem auf beyden Seiten ebnen Glaſe, in welchem auf der einen Seite einge Hölungen ausgeſchliffen ſind, deren Flächen Stücken einer hohlen Kugelfläche vorſtellen. Jede dieſer Hölungen bildet mit dem ihr correſpondirenden Theile der andern ebnen Seite des Glaſes eine planconcave Linſe, durch welche ſich die Gegenſtände deutlich und verkleinert zeigen. Man ſieht alſo durch ein ſolches Glas die Gegenſtände ſoviel mal, als eingeſchliffene Hölungen vorhanden ſind, aber ſehr verkleinert, wenn die Hölungen zu Kugeln von kleinem Durchmeſſer gehören. Man kan ſolche Gläſer als Objective in Röhren faſſen, und mit einem Augenglaſe verbunden als vervielfältigende Fernröhre gebrauchen.

Polyſpaſt, ſ. Flaſchenzug.

Poren, ſ. Zwiſchenräume der Körper.

Porös, Poroſum, *Poreux.* Dieſes Beywort kan man überhaupt jedem Körper geben, welcher leere Zwiſchenräume oder Poren hat, d. h. den Raum, in welchem er enthalten iſt, nicht vollkommen und in allen Punkten mit undurchdringlicher Materie ausfüllt. Da uns nun kein Körper ohne Zwiſchenräume bekannt iſt, ſ. **Zwiſchenräume der Körper**, ſo ſind in dieſem Sinne des Worts alle Körper porös.

Man legt aber insgemein dieſes Beywort vorzugsweiſe nur denjenigen Körpern bey, welche viele und große Zwiſchenräume haben, die man mit dem Auge wahrnehmen, wenigſtens mit bewafnetem Auge entdecken kan. In dieſer Bedeutung heißt das Wort ſoviel, als ſehr porös. Eine ſolche poröſe Structur findet man an ſehr vielen feſten Körpern, beſonders im Thier- und Pflanzenreiche, wo der organiſche Bau viel Gefäße erfordert, deren Hölungen nach der Austrocknung ſichtbare Zwiſchenräume leer laſſen. Dies iſt der Fall bey den Blättern der Pflanzen, den Schwämmen,

dem Holze, den Häuten der Thiere, über deren Zwiſchenräume Malpighi, Leeuwenhoek, und andere mikroſkopiſche Beobachter ſo viel merkwürdige Entdeckungen gemacht haben.

Dieſe ſichtbaren Zwiſchenräume zeigen allemal eine ſehr ungleichförmige Dichtigkeit des Körpers an, deſſen Materie an manchen Stellen nahe beyſammen, an andern durch dieſe großen Intervalle getrennt iſt. Körper, die entweder von Natur eine gleichförmigere Dichtigkeit beſitzen, oder eine ſolche durch Schmelzung und andere Bearbeitung erhalten haben, ſind in dieſem Sinne des Worts nicht porös. Beyſpiele hievon geben alle Körper im Zuſtande der Flüßigkeit. Geſchmolzene Metalle, Waſſer und Luftarten zeigen keine ſichtbaren Zwiſchenräume, ſo ſehr ſie ſich auch an Dichte von einander unterſcheiden. Man würde aber ſehr irren, wenn man hieraus auf einen gänzlichen Mangel aller Poren oder auf eine vollkommne Dichtigkeit des Körpers ſchließen wollte. Es folgt aus dem Phänomen nichts weiter, als daß ſolche Körper eine ſehr gleichförmige Dichte haben, oder daß die Theile ihrer Materie ziemlich gleich weit von einander entfernt ſind. Dies ſcheint ein Umſtand zu ſeyn, der den flüßigen Zuſtand jederzeit begleitet, und meiſtentheils auch zurückbleibt, wenn gleich der Körper wieder feſt wird, daher die meiſten Producte der Schmelzungen z. B. die Metalle, das Glas, wenig porös ſind. Inzwiſchen iſt dieſer Satz bey weitem noch nicht für eine allgemeine Regel zu halten, da ſelbſt die Metalle in dünnen Blättern ſehr deutlich ſichtbare Zwiſchenräume zeigen.

Poroſität, Poroſitas, *Poroſité.* Die Eigenſchaft der Körper, porös zu ſeyn, oder Zwiſchenräume zu haben, die von ihrer undurchdringlichen Materie leer ſind. Bisweilen auch der Grad, bis zu welchem die Menge der leeren Zwiſchenräume eines Körpers in Vergleichung mit andern anſteigt.

Nennt man jeden Körper porös, in dem es Zwiſchenräume giebt, ſo iſt die Poroſität eine Eigenſchaft aller bekannten Körper, unter denen ſich kein vollkommen dichter

findet. Heißt aber nur das poröſ, was merkliche und ſichtbare Zwiſchenräume hat, ſo kömmt die Eigenſchaft nur gewiſſen im Zuſtande der Feſtigkeit befindlichen Körpern zu, und wird durch die Schmelzung oder andere Verſetzungen in den flüßigen Zuſtand, z. B. durch Auflöſung, aufgehoben, ſ. Porös.

Nimmt man endlich Poroſität für die Menge der Zwiſchenräume, oder für die Summe des in dem Volumen eines Körpers befindlichen leeren Raums an, ſo reſultirt daraus ein blos relativer Begrif. Denn abſolute Mengen des leeren Raums in den Körpern anzugeben, iſt eben ſo unmöglich, als die abſolute Größe ihrer Maſſe zu beſtimmen, ſ. Maſſe. Man kan aber ſelbſt dieſen relativen Begrif, oder die Vergleichung der Poroſitäten zweyer Körper, zu keiner richtigen mathematiſchen Beſtimmung bringen. Daß ein Cubikzoll Gold 19mal mehr Maſſe habe, als ein Cubikzoll Waſſer, kan man mit ziemlicher Sicherheit behaupten; aber daraus folgt noch nicht, daß die Poroſität des Waſſers 19mal größer, als die des Goldes ſey, ob es gleich phyſikaliſche Lehrbücher giebt, in welchen dieſer unrichtige Schluß vorkömmt.

Vorausgeſetzt, daß uns ein **vollkommen dichter** Körper bekannt wäre, deſſen Maſſe in dem Volumen eines Cubikzolls das Gewicht P hätte, ſo würde ein anderer Körper, der unter eben dieſem Volumen nur = p wöge, ſo viel leeren Raum haben, als die Maſſe vom Gewicht P — p, vollkommen dicht zuſammengepreßt, Raum einnimmt. Ein dritter Körper, von dem ein Cubikzoll nur = π wöge, hätte ſoviel leeren Raum, als die vollkommen dichte Maſſe vom Gewicht P — π einnimmt, u. ſ. w. Man ſetze nun für p und π die Gewichte von Gold und Waſſer, oder 19 und 1 (das Gewicht von 1 Cubikzoll Waſſer zur Einheit angenommen) ſo verhalten ſich die Poroſitäten dieſer Materien, wie P — 19 : P — 1. Dies wäre das richtige Verhältniß der Poroſität, wenn darunter die Summe des leeren Raums verſtanden wird. Da aber die Vorausſetzung nicht ſtatt findet, und alſo P unbekannt bleibt, ſo kan man Verhältniße der Poroſitäten gar nicht beſtimmen. Man muß ſich

begnügen zu wiſſen, daß das Gold weniger Zwiſchenräume, als das Waſſer, leer laſſe, ohne an ein geometriſches Verhältniß ihrer Summen zu gedenken.

Mehr hievon wird man bey dem Worte **Zwiſchenräume der Körper** antreffen.

Poſitive Elektricität, ſ. **Elektricität**, unter dem Abſchnitte: **Entgegengeſetzte Elektricitäten.**

Potenzen, mechaniſche, einfache Rüſtzeuge, einfache Maſchinen, Potentiae mechanicae, Machinae ſimplices, *Puiſſances mechaniques ou Machines ſimples.* Mit dieſem Namen werden in der Statik und Mechanik fünf ſchon von **Pappus** (Collect. mathem. L. VIII.) erwähnte Maſchinen (δυναμεις) belegt, aus deren Verbindung die übrigen zuſammengeſetzten Maſchinen entſtehen. Sie ſind der Hebel, die Radwelle, die Scheibe, die Schraube und der Keil. Die Betrachtung ihrer Gründe iſt auch dem Phyſiker nothwendig; daher ich von jeder derſelben in einem beſondern Artikel gehandlet habe. Sie laſſen ſich ſämtlich auf die Theorie des Hebels bringen; bequemer aber werden Schraube und Keil aus der Lehre von der **ſchiefen Ebne** erklärt, welche auch einige Schriftſteller als eine ſechſte Potenz den vorigen beygefügt haben.

Varignon ſetzte zu den fünf Potenzen des Pappus noch ſeine **Funicular- oder Seilmaſchine**, welche in ihrer einfachſten Geſtalt aus zween Seilen beſteht, an welchen Kräfte in ſchiefen Richtungen eine Laſt, die nach einer dritten Richtung widerſteht, halten oder heben. Man ſieht leicht, daß die Theorie hievon unmittelbar auf dem Geſetze des Gleichgewichts dreyer Kräfte beruht, ſ. **Gleichgewicht** (Th. II. S. 503.). Varignon nahm dieſes Geſetz zum erſten Grundſatze der Statik an, und hielt daher dieſe Maſchine für die ſimpelſte unter allen. Man kan in der That über ſolche an Fäden ziehende Gewichte ſehr ſchöne Unterſuchungen anſtellen, dergleichen man bey **Newton** (Arithmetica univerſalis, Lugd. Bat. 1732. 4. Probl. Geometr. 48. 49.) findet, und der praktiſche Gebrauch kömmt vor, ſo oft Kräfte in ſchiefen Richtungen an den Maſchinen

wirken. Inzwiſchen iſt es der guten Methode gemäßer, dies alles aus der Theorie des Hebels herzuleiten, ohne welche doch Varignons (oder eigentlich Stevins) Grundſatz nicht ſcharf erwieſen werden kan.

Der Phyſiker begnügt ſich, bey dieſen Potenzen die Theorie des Gleichgewichts an ihnen zu lehren, und allenfalls durch angeſtellte Verſuche ſinnlich zu machen. Dazu dienen nun kleine Modelle von Hebeln, Radwellen, Flaſchenzügen u. ſ. w., an denen man ungleiche Gewichte ins Gleichgewicht ſetzen, oder mit wenig Kraft eine größere Laſt überwältigen kan. Schickliche Geräthſchaften hiezu findet man bey s'Graveſande, Deſaguliers, Muſſchenbroek, Nollet u. a. beſchrieben. Wenn die Modelle aller fünf oder ſechs Potenzen (die ſchiefe Ebne mit gerechnet) entweder in einer aus allen zuſammengeſetzten Maſchine, oder wenigſtens in einem einzigen Stücke des Apparats vereiniget ſind, ſo heißt dieſes eine **Potenzenmaſchine.**

Präcipitation, ſ. Niederſchlag.

Presbyt, ſ. Auge.

Prisma, gläſernes, Prisma vitreum, *Priſme de verre, Verre priſmatique.* Bey den Verſuchen über das Licht und die Farben gebraucht man ſehr oft einen dreyſeitig prismatiſchen Körper von einer durchſichtigen Materie, am gewöhnlichſten von Glas, dergleichen Taf. XIX. Fig. 91. bey D vorſtellet. Faſt allezeit werden dazu ſenkrechte Prismen gewählt, die alſo von zwey gleichen Dreyecken, als Grundflächen, und von drey Rechtecken, als Seitenflächen, begrenzt ſind. Die Seitenflächen müſſen, ſo viel möglich, eben geſchliffen und wohl polirt ſeyn.

Es iſt nicht ſo leicht, gute Prismen von recht reinem Glaſe und vollkommen ebnen Seiten zu erhalten. Um an einem guten Prisma die Seitenflächen zu ſchonen, muß man es nicht auf Tiſchen herumlegen, ſondern freyſchwebend in ein Geſtell bringen, wie die Figur nach Nollet abbildet. Es werden nemlich an die dreyeckigten Grundflächen meſſingne Hauben, und an dieſe nach der Richtung der

durch den Schwerpunkt gehenden Axe die Zapfen E E angebracht, welche in den auf dem hölzernen Träger A B aufſtehenden Stützen liegen. An dieſen Zapfen kan man das Priſma D um ſeine Axe wenden. Der Träger hat einen mit dem Charniere H verſehenen Stiel, der in einem hohlen Fuße erhöht oder erniedriget, und durch die Stellſchraube G befeſtiget werden kan. So kan man das Priſma nach Gefallen höher oder niedriger ſtellen, auch vermittelſt des Charniers H in eine gegen den Horizont ſchiefe Lage bringen.

Hat man ein Priſma von Waſſer oder von einem andern durchſichtigen Liquor nöthig, ſo werden zwo ebne dünne Glasplatten unter einem ſchiefen Winkel an einander gekütet, und die Winkel, die ſie an ihren Enden offen laſſen, mit dreyeckigten meſſingnen Platten, ſtatt der Grundflächen, verſchloſſen. So entſteht ein ofnes prismatiſches Gefäß, das bey unterwärts gekehrter Schneide mit dem verlangten Liquor gefüllt werden kan.

Sonſt braucht man die Glasprismen auch ohne Geſtell, wobey die meſſingnen Hauben an den Grundflächen wegbleiben, und ſtatt ihrer bisweilen Glasknöpfe angeſchmolzen werden, bey denen man das Priſma mit den Händen frey in der Luft halten und um ſeine Axe wenden kan. Man hat auch Priſmen aus Bergkryſtall, buntem Glaſe, Eis u. dgl. gemacht.

Daß ſolche Priſmen, und überhaupt alle eckigte Stücken Glas das durchgehende Licht färben, iſt eine ſehr alte Beobachtung, die ſchon **Seneka** (Quaeſt. nat. L. I. c. 7.) anführt, und zur Erläuterung der Farben des Regenbogens gebraucht. **Prieſtley** (Geſchichte der Optik durch **Klügel**, S. 132.) führt aus **Kirchers** China illuſtrata eine Erzählung des **P. Trigaut** an, daß dieſe färbende Eigenſchaft den Priſmen in den Morgenländern einen großen Werth verſchaffe, weil man ſie als eine Koſtbarkeit betrachte, die nur für die Schätze der Großen gehöre, und ein einziges Stück mit 500 Goldſtücken bezahlt worden ſey. Die ganze Stelle des **Trigaut** ſteht auch beym **Zahn** (Oculus artificalis, ed. 2da Norib. 1702. fol. p. 498.).

Die optiſchen Schriftſteller aus der erſten Helfte des ſiebzehnten Jahrhunderts erwähnen dieſe färbende Eigenſchaft des Prisma häufig, und Descartes (Meteor. c. 8.) gebraucht ſie auch zu Erklärung der Farben des Regenbogens. Er bedeckte eine Seitenfläche des Prisma mit einem dunkeln Körper, in dem er ein Loch ließ, und fieng die Sonnenſtralen mit der andern Seitenfläche ſenkrecht auf. Die durchgehenden Stralen zeigten auf einem weiſſen Papiere alle Regenbogenfarben, die rothe unten, die violette oben. Hieraus folgert er richtig, daß zur Entſtehung der Farben des Regenbogens weder die ſphäriſche Figur des durchſichtigen Körpers, noch eine Zurückwerfung, noch eine doppelte Brechung nothwendig ſey. Er erfordert blos eine einfache Brechung, und einen Schatten oder eine Einſchränkung des Lichts, weil alle Farben verſchwinden, wenn man den dunkeln Körper mit dem Loche wegnimmt, und die Seitenfläche ganz offen läßt. Anſtatt aber die Beobachtung genauer zu unterſuchen, wendet er ſich ſogleich zur Erklärung der Urſachen der Farben, ſ. **Farben, Regenbogen.**

Das Prisma und das dadurch entſtehende Farbenbild war alſo längſt vor Newton bekannt. **Traber, Zahn** u. a., die noch nichts von Newtons Entdeckungen haben, lehren die Verfertigung der Prismen, und die Kunſtſtücke mit denſelben in eignen Capiteln. **Grimaldi** war der erſte, der die längliche Geſtalt dieſes Farbenbilds in Erwägung zog, und daraus vermuthete, daß bey der Brechung die beyden Seiten des Lichtſtrals auseinander gezogen würden, ſ. **Farbenbild, prismatiſches.**

Seit dem Jahre 1666 aber ward das Prisma unter den Händen **Newtons** ein Werkzeug von äuſſerſter Wichtigkeit. Man findet ſeine merkwürdigen Entdeckungen über die verſchiedne Brechbarkeit des Lichts, und die Verſuche mit dem Prisma, worauf ſie ſich gründen, bey den Worten **Brechbarkeit, Farben, Farbenbild.** Da es unnöthig iſt, dies alles zu wiederholen, ſo habe ich hier nur noch eine kurze Theorie der Brechung durchs Prisma mittheilen wollen.

Newtons Verſuche lehren, daß das weiſſe Licht aus einer Menge Farbenſtralen von ungleicher Brechbarkeit beſtehe. Wenn alſo ein zuſammengeſetzter Lichtſtral durch ein durchſichtiges Mittel geht, und in der Vorderfläche deſſelben gebrochen wird, ſo nehmen alle ſeine Farbenſtralen verſchiedene Richtungen, und werden dadurch von einander geſondert. In dieſem Zuſtande gelangen ſie an die Hinterfläche des durchſichtigen Mittels, und es kömmt nun darauf an, ob dieſe der Vorderfläche parallel iſt, oder nicht. Im erſten Falle wird jeder Stral, den Geſetzen der Brechung gemäß, beym Ausgange aus dem durchſichtigen Mittel eben die Richtung wieder erhalten, die er vor dem Eintritte in daſſelbe hatte. Mithin werden alle geſonderte Farbenſtralen wieder miteinander parallel, weil ſie vor dem Durchgange zu einerley Lichtſtrale gehörten, alſo einerley Richtung hatten. Weil nun bey unſern Erfahrungen kein Lichtſtral eine mathematiſche Linie darſtellet, ſondern immer einen Raum von einiger Breite einnimmt, mithin auf alle Punkte, wo Farbenſtralen ausgehen, Licht von allen Farben fällt, das nach dem Ausgange einerley Richtung bekömmt, ſo coincidiren die Farbenſtralen völlig mit einander, bilden wieder weiſſes Licht, und es entſtehen keine Farben.

Iſt aber die Hinterfläche der Vorderfläche nicht parallel, ſo hat jeder Stral nach dem Ausgange eine andere Richtung, als vor dem Eingange: die ſchon durch die erſte Brechung geſonderten Farbenſtralen bleiben alſo auch nach der zweyten geſondert, nehmen verſchiedene Wege, und bilden da, wo ſie auffallen, verſchiedene Farben. Daher kömmt die farbenzerſtreuende Eigenſchaft aller Körper, deren brechende Flächen nicht gleichlaufend ſind, z. B. der Prismen, und der Linſengläſer an den vom Mittel entfernten Stellen.

Der Winkel, den die beyden brechenden Flächen eines ſolchen Körpers mit einander machen, heißt der **brechende Winkel** (angulus refringens). Man nimmt zu den Grundflächen der gewöhnlichen Prismen gleichſeitige Dreyecke, wobey alſo dieſer Winkel = 60° iſt.

Taf. XIX. Fig. 92. ſey ABC ein Durchſchnitt des Prisma, auf ſeine Axe ſenkrecht. In dieſem werde der Stral DE nach EF gebrochen, und fahre nach FG heraus. Das Brechungsverhältniß aus Luft in Glas ſey n : 1, der brechende Winkel BAC = A. Die punktirten Linien, welche bey H zuſammenſtoßen, ſind die Einfallslothe an den Punkten E und F, wo der Stral durchgeht. Weil ſie auf den Linien BA und CA ſenkrecht ſtehen, ſo machen ſie mit einander einen eben ſo großen Winkel, als dieſe Linien ſelbſt, oder es iſt KHE = A. Die Winkel p, q, r, s ſind die Einfalls- und Brechungswinkel des durchgehenden Strals. Auch iſt KHE = q + r = A.

Nach dem Geſetze der Brechung iſt für das Brechungsverhältniß n : 1

$$\text{I.)}\ \text{ſin}\,q = \frac{\text{ſin}\,p}{n}. \quad \text{II.)}\ r = A - q. \quad \text{III.)}\ \text{ſin}\,s = n.\,\text{ſin}\,r$$

Dieſe drey Formeln zeigen den Weg, aus n, p und A die Winkel q, r und s mittelſt der trigonometriſchen Tafeln zu berechnen. Zieht man ſie in eine einzige zuſammen, ſo erhält man

$$\text{IV.)}\ \text{ſin}\,s = \text{ſin}\,A \sqrt{(n^2 - \text{ſin}\,p^2)} - \text{coſ}\,A.\,\text{ſin}\,p.$$

Die Rechnung würde eben ſo ausfallen, wenn GF der einfallende, und ED der ausgehende Stral wäre. Daher iſt auch

$$\text{V.)}\ \text{ſin}\,p = \text{ſin}\,A \sqrt{(n^2 - \text{ſin}\,s^2)} - \text{coſ.}\,A.\,\text{ſin}\,s.$$

Man ſieht aus dieſen Formeln ſogleich, daß s wächſt, wenn p abnimmt, weil der Sinus von p und ſein Quadrat beyde abgezogen werden, wenn man den Sinus von s finden will. Da aber ſin s nie größer, als 1, werden darf, weil ſonſt der Stral EF gar nicht gebrochen, ſondern von AC zurückgeworfen wird, ſo darf auch p nicht kleiner werden, als erforderlich iſt, um ſin s = 1 zu geben. Für dieſe Grenze von p findet man aus V.)

$$\text{ſin}\,p = \sqrt{n^2 - 1}.\ \text{ſin}\,A - \text{coſ}\,A.$$

Von dieſer Größe an kan p wachſen, bis zu 90°, oder bis der Stral DE nach der Richtung BE ſelbſt einfällt, für welchen Fall die Formel IV.) s ſo groß giebt, als p an der

vorigen Grenze war. Hier kan keine Brechung mehr erfolgen, weil die Stralen beym Prisma vorbeygehen. Zwiſchen dieſen Grenzen aber erhält man für jede Größe des Winkels p ein Bild nach G zu.

Es ſey nun D E ein Sonnenſtral im verfinſterten Zimmer, an den man das Prisma ſo bringt, daß p ſo klein iſt, als es ſeyn darf, um an der Wand G ein Bild zu geben. In dieſer Lage wird $s = 90°$, und das Bild zeigt ſich, wiewohl ſehr ſchwach, in der verlängerten Linie A C. Nun drehe man das Prisma um die Axe von A nach C zu, daß der Winkel p größer wird, ſo wird s kleiner, und das Bild bey G bewegt ſich niederwärts. Fährt man fort zu drehen, ſo kömmt endlich die Seite A B in die Richtung des Strals D E ſelbſt, und das Bild verſchwindet wieder.

Der Winkel I, den der einfallende Stral mit dem ausgehenden macht, oder vielmehr deſſen Nebenwinkel iſt $= FEI + IFE = p - q + s - r = p + s - (q + r)$ oder $= p + s - A$. Weil nun beym Erſcheinen des Bildes, p ſo groß iſt, als s beym Verſchwinden, und s beym Erſcheinen ſo groß, als p beym Verſchwinden, ſo iſt der Winkel I beydemal von gleicher Größe. Und da der einfallende Stral D E oder D I immer der nemliche bleibt, ſo hat auch I G oder der ausgehende Stral beym Verſchwinden eben die Richtung, wie beym Erſcheinen, oder das Bild verſchwindet an eben der Stelle der Wand, wo es anfieng ſich zu zeigen.

Da es nun anfänglich von der erſten Stelle abwärts rückte, ſo muß es eine Grenze geben, wo es ſeinen niedrigſten Stand hat, und von der es wieder aufwärts rückt, um ſeinen vorigen Ort, wo es verſchwinden ſoll, wieder zu erreichen. An dieſer Stelle wird es zugleich am lebhafteſten ſcheinen, und durch das Fortdrehen des Prisma am wenigſten bewegt werden, weil es im Umkehren begriffen iſt. Während der ganzen Umdrehung eines Prisma muß dieſe Erſcheinung dreymal, nemlich wegen jeder Seite einmal, vorkommen.

Die Differentiirung der Formel IV.), welche hier beyzubringen zu weitläuftig wäre, zeigt, daß die niedrigſte Stelle des Bilds da fällt, wo $p = s$ und $dp = ds$ iſt.

Setzt man nun in I.) und III.) $p = s$, ſo findet man $r = q$, und aus II.) beyde $= \frac{1}{2}$ A. Daher ſind für dieſe Stelle die Sinus von p und von s beyde $= n. \sin \frac{1}{2} A$.

Ex. Es ſey $n = \frac{3}{2}$, $A = 60°$, ſo iſt $\sin A = \frac{1}{2}\sqrt{3}$, $\cos A = \frac{1}{2}$; alſo für die Stelle, wo das Bild zuerſt erſcheint,

$$\sin p = \sqrt{\tfrac{5}{4}} \cdot \tfrac{1}{2}\sqrt{3} - \tfrac{1}{2} = \tfrac{1}{4} \cdot \sqrt{15} - \tfrac{1}{2} = 0{,}4682456$$

wofür die Tafeln $p = 27° \, 55'$ geben. Dafür iſt $s = 90°$, und das Bild noch kaum ſichtbar. Dreht man aber nun das Prisma um ſeine Axe nach der Richtung BAC, ſo rückt es niedriger, und wird lebhafter. Dabey wird p gröſser und s kleiner. Endlich erreicht man die Stelle, wo

$$\sin p = n. \sin \tfrac{1}{2} A = \tfrac{3}{2} \cdot \tfrac{1}{2} = 0{,}7500000$$

oder, wo $p = 48° \, 35' \, 25''$. Hier iſt auch $s = 48° \, 35' \, 25''$; r und $q = 30°$; das Bild ſteht am niedrigſten, und iſt am lebhafteſten. Fährt man fort mit Drehen, ſo kömmt endlich EB in die Richtung DE ſelbſt, wobey $s = 27° \, 55'$ wird, und das Bild wieder verſchwindet.

Newton hat bey ſeinen Verſuchen mit dem Farbenbilde die Stellung des Prisma gewählt, wo das Bild den niedrigſten Stand hat. Sie iſt leicht zu finden, weil man nur das Prisma ein wenig drehen, und den Gang des Bildes bemerken darf. An dieſer Stelle machen auch Stralen, die gegen DE auf beyden Seiten um gleiche kleine Winkel geneigt ſind, beym Ausfahren noch ziemlich eben den Winkel, wie beym Auffallen. Dies zeigt die Berechnung, wenn man im vorigen Exempel p um $15' \, 35''$ gröſser und kleiner ſetzt. Die dafür berechneten Werthe von s ſind $48° \, 19' \, 54''$ und $48° \, 51' \, 4''$, und unterſcheiden ſich auch um $31' \, 10''$, wie die Werthe von p ſelbſt. Daher müſſen Stralen, die von entgegengeſetzten Punkten der Sonnenſcheibe kommen, den Winkel $31' \, 10''$ beym Ausfallen, wie beym Einfallen, mit einander machen, und das ſenkrecht aufgefangene Sonnenbild müſte durchs Prisma cirkelrund bleiben, wenn n für alle Stralen gleich groſs wäre. Die ſehr längliche Geſtalt dieſes Bildes leitete daher Newton auf den Schluſs, daſs n für die verſchiedenen Farben des Lichts verſchieden ſey, ſ. Farbenbild.

Wenn o h im wagrechten Fußboden des Zimmers liegt, ſo iſt der Winkel h die Sonnenhöhe, und o kan aus der Höhe GL, der Höhe und dem Abſtande des Prisma gefunden werden. Der Nebenwinkel von I iſt als äuſſerer im Dreyeck l o h = o + h, mithin

$$p + s - A = h + o.$$

Hat das Bild die niedrigſte Stelle, oder iſt p = s, ſo hat man

$$2p - A = h + o,$$

$$\text{auch } \sin p = \sin \tfrac{1}{2}(h + o + A) = n.\ \sin \tfrac{1}{2} A$$

$$\text{und } n = \frac{\sin \tfrac{1}{2}(h + o + A)}{\sin \tfrac{1}{2} A}$$

welches eine ſchöne Methode giebt, das Brechungsverhältniß zu beſtimmen.

In Newtons Prisma war der Winkel A = 62° 30′; die Summe von h und o ward für die Mitte des Farbenbildes = 44° 40′ gefunden. Alſo $\tfrac{1}{2}(h + o + A) = 53° 35'$.

Für die äuſſerſten Farbenſtralen ward die Länge des Bildes G $7\tfrac{3}{4}$ Zoll, ſein Abſtand vom Prisma $18\tfrac{1}{2}$ Fuß gefunden. Ein Dreyeck von dieſer Grundlinie und Höhe hat an der Spitze bey F einen Winkel von 2° 0′ 7″. Mithin wird der Winkel o für die rothen Stralen um 1° 0′ 3″ kleiner, für die violetten um eben ſoviel größer, als für die mittlern; h und A bleiben ungeändert. Alſo $\tfrac{1}{2}(h + o + A)$ für rothes Licht = 53° 5′; für violettes = 54° 5′. Mithin

$$n \begin{cases} \text{für rothe Stralen} = \sin 53° 5' : \sin 31° 15' \\ \text{für die mittlern} = \sin 53° 35' : \sin 31° 15' \\ \text{für die violetten} = \sin 54° 5' : \sin 31° 15' \end{cases}$$

$$\text{Dies giebt aus den Tafeln } n : 1 = \begin{cases} 7995 : 5188 = 77 : 50 \\ 8047 : 5188 = 77\tfrac{1}{2} : 50 \\ 8099 : 5188 = 78 : 50 \end{cases}$$

Wie Newton daraus die Brechungsverhältniße der übrigen Farben beſtimmt habe, findet man bey dem Worte Farbenbild (Th. II. S. 161.).

Von den farbigen Rändern, mit denen die Körper umgeben ſcheinen, wenn man ſie durchs Prisma betrachtet,

ſteht die Erklärung bey dem Worte Farben (Th. II. S. 137.). Sie umgeben allemal das Helle, da, wo es an etwas Dunkleres grenzt.

Noch eine Erſcheinung am Prisma iſt merkwürdig, weil dabey blaue Farbe durch bloße Reflexion ſichtbar wird. Das Prisma ſteht in freyer Luft, wie Taf. XIX. Fig. 93. mit der Fläche A B C D unten, und das Auge O betrachtet darinn die Wolken durch das Licht, das durch die Seite B A hereinfällt, und von der Fläche A B C D zurückgeworfen wird. Wenn nun der Einfalls- und Zurückſtralungswinkel etwa 40° iſt, ſo ſieht das Auge einen blauen Bogen M N, der über die ganze Fläche A B C D geht und die Fläche ſelbſt ſcheint jenſeits M N heller, dieſſeits dunkler. Dies kömmt daher. Wenn der Winkel des einfallenden Strals mit der brechenden Fläche zu klein wird, (wenn ſein Coſinus größer iſt, als $\frac{1}{n}$), ſo wird er gar nicht mehr gebrochen, ſondern ganz zurückgeworfen, ſ. Brechung (Th. I. S. 414). Jenſeits t werden die Winkel der Lichtſtralen, die von A B C D ins Auge geworfen werden könnten, ſo klein; daher werden jenſeits t alle Stralen zurückgeworfen, es geht keiner davon durch das Glas hindurch, und dieſer Theil ſcheint ſehr hell. Dieſſeits p werden die Winkel groß genug zur Brechung für alle Stralen; alſo geht faſt alles Licht durch A B C D durch; es wird wenig zurückgeworfen, daher iſt dieſer Theil dunkel. Zwiſchen t und p ſind die Winkel nur noch für einige Farben groß genug zur Brechung. Bey t fangen die rothen ſchon an zu mangeln, die wegen ihrer geringern Brechbarkeit ſchon bey einem kleinern Winkel ganz durch die Fläche durch gehen; weiter nach p zu mangeln nach und nach auch die gelben und grünen Stralen, und bey p werden nur noch die blauen allein ganz reflectirt. Daher erſcheint der Punkt p blau. Dies gilt von allen Punkten, die vom Auge um O p abliegen, und aus denen die Stralen unter einem Winkel = O p R ins Auge kommen. So erſcheint von M bis N ein blauer gegen das Auge hohler Bogen, der ſich nach t zu mit den andern Farben miſcht, d. i.

allmählig ins Weiſſe oder Helle verliert: eben ſo wie der blaue Saum, der helle Stellen umgiebt, wo ſie durchs Prisma betrachtet an dunkle grenzen. Die Erfahrung zeigt dies ſehr deutlich, und es ſind die Winkel O t R = 49°, O p R = 50°; daher die Complemente derſelben nahe 40° ſind, und das Phänomen ſich zeigt, wenn der Einfalls- und Zurückſtralungswinkel etwa 40° betragen.

Klügel in den Zuſätzen zu Prieſtleys Geſchichte der Optik, S. 192 u. f. auch Prieſtley S. 204.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſique, art. *Priſme*.

Prismatiſche Farben, Regenbogenfarben, Newtons einfache oder urſprüngliche Farben, Colores priſmatici, Colores iridis, ſimplices, primitivi, *Couleurs priſmatiques, Couleurs de priſme, Couleurs ſimples, originaires, primitives.* Die Farben der einfachen Lichtſtralen, in welche das weiſſe oder zuſammengeſetzte Licht durch die Brechung zerſtreuet wird, ſ. Farbenzerſtreuung, Brechbarkeit, Farben. Sie zeigen ſich beym Durchgange des Lichts durch Mittel, deren Flächen ſchiefe Winkel mit einander machen, z. B. durchs Prisma, durch die Ränder der Linſengläſer, durch Kugeln, durch die Waſſertropfen im Regenbogen.

Ihre Anzahl iſt unbeſtimmt: denn ſie liegen nicht deutlich begrenzt nebeneinander, ſondern jede verläuft ſich in die folgende durch einen unmerklichen Uebergang mit unzählbaren Schattirungen. Von den Regenbogenfarben bemerkt dies ſchon Seneca (Quaeſt. nat. L. I. c. 3.), mit Anführung der Verſe, die es ſo ſchön ausdrücken:

— Diverſi niteant cum mille colores,
Tranſitus ipſe tamen ſpectantia lumina fallit;
Vsque adeo, quod tangit, idem eſt, tamen ultima diſtant.

Man unterſcheidet inzwiſchen ſieben der kenntlichſten Abſtufungen, nemlich: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indig, Violet. Die rothen Stralen haben die geringſte, die blauen und violetten die ſtärkſte Brechbarkeit.

Weil jeder dieſer Farbenſtralen, wenn er durch die erſte Brechung von den übrigen geſondert iſt, durch eine zweyte Brechung ſich nicht weiter theilen läßt, ſondern nun völlig gleichartig und durchaus von einerley Brechbarkeit bleibt, ſo giebt **Newton** dieſen Farben des Prisma den Namen der **einfachen, urſprünglichen** oder **Grundfarben.** Mehrere von ihnen geben andere zuſammengeſetzte oder gemiſchte Farben, von denen einige gewiſſen einfachen ähnlich ſind, aber durchs Prisma doch wieder in die einfachen, aus denen ſie beſtehen, zertheilt werden. Alle einfache Farben, im gehörigen Verhältniße vermiſcht, geben **Weiß**, deſſen verſchiedene Stufen blos von der Stärke des Lichts abhängen, und durch das Graue bis zum Schwarzen, oder dem gänzlichen Mangel des Lichts, fortgehen.

In einer andern Bedeutung heiſſen **einfache** oder **urſprüngliche Farben** auch diejenigen Pigmente, durch deren Miſchung man viele andere Farben hervorbringen kan, ſ. **Farbendreyeck.**

Pulsadern, Schlagadern, Arteriae, *Artères.* Dieſen Namen führen die cylindriſchen Gefäße oder Röhren, welche im thieriſchen Körper das Blut aus dem Herzen durch den ganzen Körper bis an die äuſſern Theile führen. Sie ſind elaſtiſch, und helfen durch ihre abwechſelnde Erweiterung und Zuſammenziehung den Kreislauf des Bluts befördern, ſ. Blut.

Pumpe, Antlia, *Pompe.* Durch eine Pumpe wird überhaupt eine Maſchine verſtanden, wodurch eine flüßige Materie in einer Röhre mittelſt Auf- und Niederdrückung eines feſt anſchließenden Körpers gehoben werden kan. In den meiſten Fällen hebt man damit **Waſſer.**

Die Röhre ABCD, Taf. XIX. Fig. 94., in welcher der anſchließende Körper EF hin- und hergetrieben wird, heißt der **Stiefel** (*corps de Pompe*), der Körper EF ſelbſt der **Kolben** oder **Stempel** (embolus, *piſton*), die daran befeſtigte Stange Ia die **Kolbenſtange** (*tige de piſton*); der Theil des Rohres über dem Stiefel ABHG, in wel-

chem das Waſſer bis an das Gußrohr G gehoben wird, das Aufſatzrohr, die Steigröhre. Die Kolbenſtange wird bey I entweder unmittelbar, oder mittelſt des Winkelhebels oder Schwengels IKL, oder mittelſt einer andern bey I angebrachten Maſchine, durch Menſchen oder andere ſchickliche Kräfte, in Bewegung geſetzt, indem der Stiefel mit dem Aufſatzrohre vollkommen feſt ſteht. Die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens wird das Spiel deſſelben (*le jeu du piſton*) genannt.

Die in der Figur vorgeſtellte Einrichtung der Pumpe iſt unter allen die einfachſte. Sie iſt die gemeine Waſſerpumpe (Antlia elevatoria vulgaris, *pompe elevatoire ordinaire*). Bey ihr ſteht der Stiefel ABCD völlig unter Waſſer, und das Aufſatzrohr ABHG iſt aus einem Stück mit demſelben, oder eine unmittelbar oben aufgeſetzte Verlängerung des Stiefels. Die Abſicht iſt, das in der Tiefe befindliche Waſſer, deſſen Oberfläche bis AB reicht, durch das Spiel des Kolbens bis G zu heben, und daſelbſt in ein untergeſetztes Gefäß auszugießen.

Dieſe Einrichtung erfordert, daß der Kolben EF in der Mitte durchlöchert, die Oefnung aber bey a mit einer Vorrichtung verſehen ſey, welche zwar das Waſſer über a hinauftreten, aber nicht wieder in den untern Theil zurückfallen läßt. Man nennt ſolche Vorrichtungen Klappen oder Ventile, und es wird noch in dieſem Artikel etwas von ihrer Beſchaffenheit vorkommen. Mit einer ähnlichen Klappe b iſt auch die untere Oefnung der Röhre CD verſehen. Dadurch wird nun die verlangte Abſicht auf folgende Art erreicht.

Wenn der Kolben bis zu ſeinem tiefſten Stande, z. B. bis ef niedergetrieben iſt, ſo ſucht ſich das Waſſer nach den Geſetzen der Hydroſtatik im Stiefel eben ſo hoch, als es von auſſen ſteht, d. i. bis AB zu ſtellen. Es dringt alſo von unten durch CD ein, und da die Klappen b und a ihrer Einrichtung nach ſein Herauftreten nicht hindern, ſo erreicht es dieſen Stand wirklich, und füllt den Stiefel bis an AB. Wird nunmehr der Kolben wieder aufgezogen, ſo drückt die über ihm ſtehende Waſſerſäule ABef die Klap-

pe a zu, und wird daher mit dem Kolben zugleich in die Höhe gehoben. Solchergeſtalt entſteht unter dem Kolben ein leerer Raum, den das äuſſere Waſſer, indem es durch b hinauftritt, anfüllet. Stößt man hierauf den Kolben wieder nieder, ſo würde er das äuſſere Waſſer zurücktreiben; allein dies hindert die Klappe b. Das zwiſchen a und b zuſammengepreßte Waſſer öfnet ſich alſo die Klappe a, tritt über den Kolben, und vergrößert dadurch die Höhe der ſchon vorher über ihm befindlichen Waſſerſäule. Dieſe Waſſerſäule wird daher bey jedem Kolbenzuge höher, weil die Klappe a nichts von ihr wieder zurückfallen läſt. Endlich muß alſo das Waſſer den Ausguß G erreichen, und durch denſelben ſo lange ausfließen, als das Spiel des Kolbens fortgeſetzt wird. Schließen der Kolben und die Klappe a recht feſt an, ſo bleibt die Waſſerſäule EFGH auch nach der Bewegung des Kolbens ſtehen, und die Pumpe giebt das nächſtemal gleich beym erſten Aufziehen des Kolbens wieder Waſſer.

Bey dieſer Einrichtung wird das Waſſer blos nach hydroſtatiſchen Geſetzen durch den Druck der äuſſern Waſſerſäulen AC und BD in den Stiefel getrieben. Der Druck der Luft wirkt hiebey gar nicht mit, und alles würde im luftleeren Raume eben ſo erfolgen. Dazu gehört aber, daß der Kolben EF beſtändig unter der Waſſerfläche AB bleibt. Würde er einmal über dieſelbe erhoben, ſo würde ihm das Waſſer im luftleeren Raume nicht weiter, als bis AB, nachfolgen, weil der Druck der äuſſern Waſſerſäulen es nicht höher treiben kan. Im luftvollen Raume wird zwar das Waſſer dem Kolben auch noch bis über AB folgen, aber dies wird eine Wirkung des Drucks der Luft ſeyn, und durch Saugen geſchehen, in welchem Falle die Pumpe den Namen eines **Saugwerks** bekömmt, von welchem unter einem beſondern Artikel gehandlet wird.

Durch eine gemeine Waſſerpumpe, bey der kein Saugen vorgeht, kan man das Waſſer nie aus großen Tiefen heben. Dazu müſte, weil der Kolben ſtets unter Waſſer bleiben muß, die Kolbenſtange allzulang ſeyn. Man wird alſo bey einiger Tiefe des Waſſers allemal lieber Saugwerke anlegen, die eine weit bequemere Einrichtung verſtatten.

Ein **Druckwerk** heißt jede Pumpe, in welcher das eingetretene Waſſer durch die Gewalt des Kolbens in andere mit dem Stiefel verbundene Röhren getrieben wird, ſ. **Druckwerk**. Auch die gemeine Waſſerpumpe iſt ſchon ein Druckwerk, weil das Waſſer durch das Aufziehen des Kolbens in das mit dem Stiefel verbundene Aufſatzrohr ABHG gehoben wird. Nur machen hier Stiefel und Aufſatz ein einziges Stück aus, welches in der Theorie nichts ändert. In der Ausübung aber giebt man doch den Namen der **Druckwerke** nur ſolchen Pumpen, in welchen entweder das Aufſatzrohr ABHG von einer ſehr beträchtlichen Höhe oder Länge (wenn die Pumpe ſchief liegt), oder wo es mit dem Stiefel ſeitwärts durch eine Gurgel verbunden iſt. Im erſten Falle wird es faſt allezeit mit einem Saugwerke verbunden, um die allzugroße Länge der Kolbenſtange zu vermeiden, wie bey den **hohen Sätzen** in den Kunſtgezeugen der Bergwerke; im zweyten Falle iſt entweder ein Saugwerk dabey, oder nicht. Man nennt es, wenn das Saugwerk fehlt, oder der Kolben immer unter dem Waſſer bleibt, im eigentlichſten Verſtande eine **Druckpumpe**, und gebraucht es theils zu Erhebung des Waſſers auf größere Höhen, theils zum Ausſpritzen deſſelben, wie bey Feuerſpritzen und Fontänen.

Da ich von Saug- und Druckwerken in beſondern Artikeln handle, ſo gehören hieher nur noch einige Bemerkungen, welche alle Pumpen überhaupt angehen.

Der **Kolben** jeder Pumpe muß an die innere Fläche des Stiefels genau anſchließen, und weder Luft noch Waſſer durchlaſſen: dennoch muß er kein allzuſtarkes Reiben verurſachen, und dabey dauerhaft genug ſeyn. Gewöhnlich werden die Kolben aus runden Scheiben von gutem Pfundleder zuſammengeſetzt, die an einen eiſernen Polzen angereihet, und zwiſchen zwo metallnen Platten durch eine Schraube zuſammengepreßt werden. Die durchbohrten oder **hohlen Kolben** müſſen ziemlich weite Oefnungen haben, damit das Waſſer beym Niederdrücken frey genug aufſteigen könne, und keine allzugroße Kraft erfordere. Man macht ſie aus Hagebüchen oder Erlenholze in Geſtalt eines

umgekehrten abgekürzten Kegels, welcher zu oberſt mit einem Stücke Leder umgeben iſt. Dieſes Leder wird mit einer Reihe dicht nebeneinander ſtehender Nägel aufs Holz befeſtiget, und hat in der Mitte die Ventilöfnung, worauf eine Klappe liegt. Wenn dieſe hohlen Kolben eine ſtarke Waſſerſäule heben ſollen, werden ſie beſſer aus Metall gemacht. Sie bekommen oben einen Bügel oder Bogen, an welchen man die Kolbenſtange anhängt.

Die **Klappen** (*clapets*), Taf. XIX. Fig. 95. beſtehen aus einem kreisförmigen Stück Leder CD, an welchem ſich der Schweif DG befindet, der feſt aufgenagelt, mit einer darüberliegenden Platte feſtgeſchraubt, oder zwiſchen den Lappen der zuſammengeſetzten Röhre befeſtiget wird, ſo daß die Stelle D ein Gewinde vorſtellt, um welches ſich die Scheibe CD wenden, und wie der Deckel einer Kanne, auf- und zuthun kan. Die Scheibe CD ſelbſt wird durch die Schraube HI zwiſchen die beyden Metallplatten AB und EF eingeklemmt. Die obere Platte AB iſt im Durchmeſſer etwas größer, als die Oefnung, welche die Klappe verſchließen ſoll, die andere EF iſt etwas kleiner, damit ſie in die Oefnung einpaſſe. Solchergeſtalt öfnet das Waſſer, wenn es von unten herauf geht, die Klappe, und verſchaft ſich einen freyen Durchgang; wenn es aber von oben herab kömmt, drückt es dieſelbe zu, und verſchließt ſich ſelbſt den Weg.

Die **Ventile** (*ſoupapes*) Taf. XIX. Fig. 96. haben folgende Einrichtung. In die zu verſchließende Oefnung wird eine Platte befeſtiget, welche in der Mitte eine weite kreisrunde Oefnung hat, über welche dem Durchmeſſer nach ein Steg queer über geht, der in der Mitte ebenfalls ein kleines Loch bekömmt. Dieſe Platte heißt die **Muſchel**. ABMNFG iſt ein Durchſchnitt derſelben mitten durch den Steg, MN der Steg, CE das Loch deſſelben. Am obern Theile bey BC und FE iſt der Rand von der Oefnung der Muſchel, wie die Hölung eines umgekehrten abgekürzten Kegels, ausgeſchnitten. Der Deckel HI, der von Metall ſeyn oder ſonſt Gewicht genug haben muß, paßt genau in die kegelförmige Oefnung BCEF, und verſchließt ſie, wenn

er herunter fällt. An dieſem Deckel iſt unten der Stift KL, der durch das Loch CE im Stege geht, und darinn frey auf und ab ſpielen kan. Der untere Kopf bey L hindert, daß der Stift nicht ganz aus dem Loche CE herausgehen kan. Wenn nun das Waſſer von unten hinauf dringt, ſo hebt es den Deckel in die Höhe, und macht ſich den Weg durch die weite Oefnung zu beyden Seiten des Stegs frey; wenn aber der Trieb des Waſſers aufhört, fällt der Deckel zurück, und verſchließt dem Waſſer den Rückweg. Nach der verſchiednen Geſtalt des Deckels und des Ausſchnitts BCEF heiſſen ſolche Einrichtungen **Muſchelventile, Kegelventile, Kugelventile**, wovon **Leupold** (Theatrum machinarum hydraulicarum To. I. §. 172 u. f. Tab. 38.) und **Belidor** (Architectura hydraulica, I Th. III B. 3 Cap.) mehrere Arten beſchreiben und abbilden.

Dieſe beyden Schriftſteller haben überhaupt die Lehre von den Pumpen am beſten praktiſch behandlet, **Belidor** auch mit vieler und einſichtsvoller Anwendung der Theorie. Beym **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. natur. To. II. §. 2122 ſqq.) finden ſich gute theoretiſche Unterſuchungen, die aber **Bernoulli** in der Hydrodynamik und **Euler** (Mém. de Berlin, To. VIII.) viel weiter getrieben haben. **Karſten** hat aus allen dieſen Schriftſtellern das brauchbarſte geſammlet, und mit eignen ſchäzbaren Unterſuchungen verbunden.

Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathematik. Fünfter Theil, Hydraulik. Greifswald, 1770. 8. XVII u. f. Abſchnitte.

Pyrometer, Pyrometrum, *Pyromètre.* Dieſen Namen, der eigentlich ein Maaß des Feuers bedeutet, gab **Muſſchenbroek** einem von ihm erfundenen Werkzeuge, welches beſtimmt war, die Ausdehnungen verſchiedener Metalle bey bekannten Graden der Wärme zu vergleichen. Schicklicher wäre wohl eine Benennung geweſen, die ſoviel als Ausdehnungsmaaß bedeutete, da die Abſicht blos auf Beſtimmung der Ausdehnung bey bekannter Wärme, nicht auf Meſſung der Wärme oder des Feuers ſelbſt, gieng.

Da man aber alle ſolche Werkzeuge auch brauchen kan, um hohe Grade der Wärme ſelbſt zu beſtimmen, ſo iſt es gewöhnlich worden, die Metallthermometer und überhaupt alle Maaße hoher Grade der Wärme, **Pyrometer** zu nennen. Ich werde jedoch hier nur diejenigen Werkzeuge erwähnen, die von ihren Erfindern zu Ausdehnungsmaaßen beſtimmt worden ſind, und wegen der übrigen Pyrometer auf den Artikel **Thermometer** verweiſen.

Muſſchenbroek's erſtes Pyrometer (Tentamina exper. in academia del cimento. Lugd. Bat. 1731. 4. P. II. p. 12.) gab ſchon eine Ausdehnung von $\frac{1}{12500}$ rheinl. Zoll durch eine merkliche Bewegung des Zeigers an. Er gab ihm in der Folge eine verbeſſerte Einrichtung (Introd. ad philoſ. natur. To. II. §. 1527.), wobey die Ausdehnung einer Stange durch Räderwerk ſichtbarer gemacht wird. Die Stange wird an einem Ende feſt eingeſpannt, damit ſich das andere durch die Ausdehnung in die Länge bewege, und durch ein daran befeſtigtes Stängelchen den Zahn eines Trillings fortdrücke. An der Axe des Trillings iſt ein großes Rad mit vielen Zähnen, welche in einen andern Trilling eingreifen, an deſſen Axe wiederum ein größeres Rad iſt, welches in einen dritten Trilling eingreift u. ſ. w. An der Axe des letzten Trillings iſt ein Zeiger, der ſich, ſo wenig auch die Stange ausgedehnt wird, ſehr weit und merklich fortdreht, und auf einem Zifferblatte Theile anzeigt, deren Anzahl der Ausdehnung proportional iſt. Damit die Bewegung des Zeigers mit dem erſten Augenblicke der Ausdehnung erfolge, muß der Zeiger ſo weit zurückgedreht werden, als es angeht, damit alle Zähne, die fortgeſchoben werden ſollen, einander völlig berühren. Auch muß alles ſo eingerichtet ſeyn, daß die Stange allein erwärmt wird, damit nicht das Geſtell ſich auch ausdehne, in welchem Falle man nur den Unterſchied beyder Ausdehnungen finden würde. **Muſſchenbroek** ſetzte zuerſt fünf Weingeiſtlampen unter die Stange, änderte aber nachher die Einrichtung ſo, daß durch dieſe Lampen Waſſer in einem blechernen Gefäß erhitzt und die Stange hineingelegt werden konnte. In dieſer Lage ward ſie an die eine Seitenwand des Gefäßes an-

geſtemmt, ihr anderes Ende bog ſich aufwärts über einen Einſchnitt in der gegenüberſtehenden Seitenwand hinaus, und ward an eine gezahnte Stange geſchraubt, die in den erſten Trilling des Räderwerks eingrif. In dem erhitzten Waſſer ſtand ein Queckſilberthermometer, um den Grad der Wärme anzugeben. Dieſes Muſſchenbroekiſche Pyrometer iſt noch immer in den Experimentalgeräthſchaften, wenigſtens in Deutſchland, das gewöhnlichſte.

In England brachte **Ellicott** im Jahre 1736 (Philoſ. Trans. num. 443. p. 297.) ein Werkzeug in Vorſchlag, wobey das eine Ende der Stange feſt, das andere aber mit einem Faden oder einer Uhrkette verbunden iſt, die unter einer Rolle hinweg geleitet, und in derſelben befeſtiget wird. Von dieſer Rolle geht ein Hebel aus, deſſen letztes Ende mit einem andern Faden oder einer Kette verbunden iſt. Dieſer Faden iſt wieder um eine Rolle gewunden, und wird durch ein Gegengewicht ſo geſpannt, daß der Hebel gerade gehalten wird. An dieſer letztern Rolle iſt ein Zeiger, der auf einer concentriſchen getheilten Scheibe Grade zeigt. Wenn ſich nun die Stange verlängert, und dadurch die Rolle am erſten Ende des Hebels Freyheit erhält, ſo zieht das Gegengewicht den Hebel ſo weit aufwärts, als durch die Verlängerung der Stange der Rolle Drehung verſtattet wird, und dreht dadurch den Zeiger. An **Ellicotts** Inſtrumente gab $\frac{1}{7200}$ Zoll Verlängerung dem Zeiger eine Umdrehung um 1 Grad des Umkreiſes. Das Inſtrument iſt doppelt, d. h. mit zween Hebeln und zwo Scheiben mit Zeigern verſehen, ſo daß man zwo Stangen A und B zugleich einlegen kan. Man legt B auf A, erhitzt beyde, und bemerkt die Grade, auf die ſie die Zeiger treiben. Dann läſt man alles erkalten, nimmt B weg, legt eine dritte gleich lange Stange C auf A, und erhitzt ſo lange, bis A wieder den vorigen Grad zeigt. Alsdann kan man die Grade der Verlängerungen von B und C vergleichen. Dieſe Einrichtung ſoll dienen, um immer gleiche Hitze zu erhalten; ſie iſt aber, ſo wie das ganze Inſtrument, ſehr unzuverläßig.

Bouguer (Experiences faites à Quito etc. ſur la dilatation et la contraction, que ſouffrent les metaux par le

chaud et le froid, in den Mém. de l'Acad. de Paris, 1745. p. 230.) bediente ſich zu dieſen Unterſuchungen eines ſehr einfachen Werkzeugs, wovon Taf. XIX. Fig. 97. eine ohngefähre Vorſtellung giebt. A C und C B ſind zween ſtählerne Regeln einen Schuh lang, durch eine dritte ſchiefliegende verbunden: F G ein Zeiger, an dem F H von Metall, H G von leichtem Holz iſt; dieſer dreht ſich um C, und zeigt Grade auf dem getheilten Bogen A E. Bey B geht der Fuß B I ſenkrecht heraus, und mitten auf demſelben iſt ein Stift, der Zeiger hat bey F einen zweyten Stift. Die Metallſtangen, die man unterſuchen wollte, wurden auch einen Schuh lang gemacht, und nahe bey den Enden mit Löchern verſehen, mit denen man ſie in die Stifte I und F einlegen konnte. So veränderte ſich die Stellung des Zeigers, wenn die Stange länger, als 1 Schuh, ward, und weil C F nur 4 Lin. betrug, C G aber 1 Schuh oder 144 Lin. hielt, wurde die Verlängerung 36mal merklicher. Bouguer fand z. B. daß ein Stab von Stahl, den er glühend in I und F einlegte, durch ſeine Verkürzung beym Erkalten den Zeiger faſt um 4 Zoll von E gegen A trieb; dies gab eine Verkürzung von $\frac{1}{9}$ Zoll oder $1\frac{1}{3}$ Lin., oder um $\frac{1}{108}$ (genauer $\frac{1}{111}$) der ganzen Länge zu erkennen. Die Abſicht war eigentlich, die Verſchiedenheit der Verlängerungen bey der Glühhitze in den verſchiedenen Climaten und Höhen der amerikaniſchen Orte zu unterſuchen. Dieſer Zweck blieb zwar unerreicht; aber Bouguer ſowohl, als ſeine Gefährten, beſonders Dom Juan de Ulloa, haben doch über die Ausdehnungen bey der Siedhitze des Waſſers und bey der Sonnenwärme ſehr ſchätzbare Verſuche angeſtellt. Zur Erhitzung mit Dachten oder Lampen erfand B. noch ein beſonderes Inſtrument mit krumm gebognen Stangen, nach einer von ihm ſelbſt erdachten Theorie; der Erfolg befriedigte aber ſeine Erwartungen nicht.

Smeaton (Deſcription of a new Pyrometer with a Table of experiments made therewith in den Philoſ. Trans. Vol. XLVIII, P. 2. for 1754. num. 79.) hat ſich durch die genauſten Verſuche dieſer Art vor andern ausgezeichnet. Sein Pyrometer hat, wie das muſſchenbroekiſche,

eine Ciſterne mit Waſſer, das durch untergeſetzte Lampen erhitzt wird. Ein Thermometer zeigt den Grad der Hitze an. Die Verlängerung der eingelegten Stange treibt die Mitte eines einarmigen Hebels fort, der ſich um eine am untern Theile befindliche Axe dreht, und durch eine Feder gegen die Stange gedrückt wird. Am obern Ende dieſes Hebels iſt ein Schenkel, nach Smeatons Ausdruck ein Fühler (Feeler), der ſich in einem Gewinde auf- und abwärts bewegen läſt. Nun wird das Fortrücken des Hebels durch eine Mikrometerſchraube auf folgende Art gemeſſen. Man ergreift den beweglichen Schenkel oder Fühler an ſeinem Grif ganz locker, läſt ihn durch ſein eignes Gewicht ſinken, ohne ihn zu hindern, bis er faſt wagrecht ſteht, hält ihn ſo ſchwebend, und ſchraubt dann die Mikrometerſchraube ſo weit ihm entgegen, bis ihr Ende an das Ende des Schenkels anklappt, und beyde einander völlig berühren, welches man auſſer dem Hören des Anklappens auch noch durchs Geſicht und Gefühl deutlich unterſcheiden kan. Die Stellung der Schraube zeigt alsdann die Größe der Verlängerung. Es muß aber vorher, wie bey allen Mikrometern, der Werth der Schraubengänge beſtimmt werden, wozu hier kein anderes Mittel, als die Erfahrung, iſt. Dieſe Beſtimmung iſt etwas beſchwerlich, ſie darf aber auch nur einmal gemacht werden. **Smeaton** fand bey ſeinem Pyrometer den Werth eines Hunderttheils der Umdrehung = $\frac{100}{37868}$ Zoll, und da die Genauigkeit der Berührung bis auf $\frac{1}{4}$ eines ſolchen Theils fühlbar war, ſo hielt er ſich ſeiner Abmeſſungen bis auf $\frac{1}{2345}$ Zoll verſichert. Er meldet übrigens, daß ſchon **Graham** ſich zu ähnlichen Abſichten der Mikrometerſchraube bedient, und die Genauigkeit ſehr weit getrieben habe; ſeine Methode aber ſey ganz neu, und übertreffe an Empfindlichkeit alles, was ihm je vorgekommen ſey, beſonders wenn man das Anklappen der Schraube an den Schenkel durchs Gehör bemerke, und zur Beſtimmung annehme.

Nollet (Leçons de phyſique exper. To. IV. p. 353.) beſchreibt noch ein Pyrometer, in welchem die Stange durch unmittelbar untergeſetzte Lampen erhitzt wird, und durch eine in ein Glasbehältniß eingeſchloßne Verbindung von Hebeln

einen bezahnten Sector bewegt, der in ein Getrieb eingreift, auf deſſen Axe der Zeiger ſteckt. Man ſieht leicht, daß ſich ſolche Einrichtungen, wenn es, wie bey Nollet, nur auf Verſuche bey Vorleſungen abgeſehen iſt, von jedem Liebhaber nach Gefallen ändern laſſen. Es kan alſo leicht weit mehr Pyrometer, als die angeführten, geben. Da aber auch bey dem Worte Thermometer noch mehr ähnliche Werkzeuge vorkommen werden, ſo will ich lieber davon abbrechen, und dafür etwas von den mit Pyrometern angeſtellten Verſuchen beyfügen.

Zu den erſten Verſuchen über die Ausdehnungen der Metalle durch die Wärme gab Richer's Pendelbeobachtung in Cayenne Anlaß. Die Carteſianer wollten nicht gleich eine geringere Schwere unterm Aequator annehmen, und ſuchten daher den Grund, warum das Secundenpendel dort $1\frac{1}{4}$ Lin. kürzer, als zu Paris, ſey, in der Wärme zu Cayenne. Man muſte alſo wiſſen, wie viel dieſe Urſache wirken könne. Picard fand, daß eine eiſerne Stange, die in der Kälte des Winters 1 Fuß lang war, am Feuer um $\frac{1}{4}$ Lin., alſo um $\frac{1}{576}$ ihrer Länge, verlängert ward, und nach de la Hire's Beobachtung hatte eine eiſerne Toiſe, die im Winter das richtige Maaß hielt, im Sommer an der Sonne um $\frac{2}{3}$ Lin. oder um $\frac{1}{1296}$ ihrer Länge zugenommen. Newton ſchloß hieraus, der Einfluß der Wärme ſey zu gering, um Richer's Beobachtung zu erklären, welche vielmehr die verminderte Schwere und die abgeplattete Geſtalt der Erde beweiſe. Man hieng aber in Frankreich zu ſehr an dem carteſianiſchen Lehrgebäude, ſahe die Pendelverſuche nicht für ſo wichtig an, und ließ darüber die ganze Sache liegen.

Erſt nach 1730 änderte ſich dieſe Meinung. Newtons Syſtem fand in Frankreich Anhänger, und man fieng an, die Wichtigkeit einer ſcharfen Prüfung der Längen von Pendeln und Meßſtangen zu empfinden. Muſſchenbroek gab damals das erſte Pyrometer an, das die Ausdehnungen ſehr groß und ſichtbar macht, und brauchte es zu vielen Verſuchen, die mit den genauſten neuern übereinſtimmen. Die franzöſiſchen Akademiſten unterſuchten bey der Gradmeſſung in Peru dieſen Gegenſtand mit vorzüglichem Fleiße.

Grahams Erfindung, die Pendelſtangen aus verſchiednen Metallen zuſammenzuſetzen, und den Einfluß der Wärme durch Compenſation aufzuheben (ſ. Pendel), machte die Sache noch wichtiger. Man brachte, um die geringern Ausdehnungen genau zu meſſen, Mikrometerſchrauben an, und Smeaton lieferte durch dieſes Mittel ſehr genaue Reſultate. Neuere Verſuche hat noch der P. von Herbert (Diſſ. de Igne. Vienn. 1773. 8.) mit einem muſſchenbroekiſchen Pyrometer angeſtellt.

Die Erfolge dieſer Unterſuchungen läſt folgende Tabelle überſehen. Die Länge der Stangen bey der Kälte des Eispunkts iſt darinn = 100000 geſetzt. Die Zahlen geben an, um wie viel Hunderttauſendtheile dieſer Länge ſie ſich ausdehnen, wenn ſie die Wärme des ſiedenden Waſſers angenommen haben.

	Muſſchenbroek	Ellicott	Bouguer	Dom Juan	Condamine	Smeaton	Herbert
Glas	—	—	78	60	—	83	86
Gold	—	73	94	—	—	—	—
Bley	142	155	109	—	—	286	262
Zinn	141	—	—	—	—	248	212
Silber	—	103	73	—	—	—	189
Meſſing	101	95	—	204	—	193	172
Kupfer	80	89	—	167	174	170	156
Stahl	77	56	—	127	—	122	—
Eiſen	73	60	55	92	106	125	107

Die Uebereinſtimmung dieſer Reſultate iſt allerdings nicht ſonderlich. Mit den Verhältnißen der Ausdehnungen könnte man eher zufrieden ſeyn; aber die abſoluten Größen werden von Juan, Condamine, Smeaton und Herbert durchgängig größer, und faſt doppelt ſo groß angegeben, als von Muſſchenbroek, Ellicott und Bouguer. Dies ſcheint anzuzeigen, daß ein Umſtand in der Einrichtung der Inſtrumente dieſe Unterſchiede veranlaſſet habe. Eine Beobachtung von Lowitz, der 1753 in Nürnberg eine 20 Fuß lange eiſerne Stange nebſt einem Thermometer an die Sonne legte, und ſie um $\frac{1}{2500}$ verlängert fand, indem das Thermometer von 11 bis 114 Grad nach Fahrenheit geſtiegen war, zeigt nach Lamberts Berechnung, daß ſich dieſe Stange vom Eispunkte bis zum Siedpunkte höchſtens um

$\frac{1}{1250}$ oder um 0,00080 würde ausgedehnt haben, welche Beſtimmung der Muſſchenbroekiſchen am nächſten kömmt.

Bey Körpern, auf welche die Wärme nicht allein unmittelbar, ſondern auch noch mittelbar durch die in ihnen enthaltene Feuchtigkeit wirkt, erfolgt alles ganz anders. Ihre Feuchtigkeit verdünſtet in der Wärme, daher gehen ſie von der Hitze ein, und ſchwellen in der Kälte auf. Man muß daher die hygrometriſchen Wirkungen von den thermometriſchen oder pyrometriſchen genau unterſcheiden. So iſt es zu verſtehen, wenn Kraft und andere Phyſiker Hölzer, Wurzeln, Leder, Knochen ꝛc. als Beyſpiele anführen, daß die Wärme nicht alle Körper ausdehne.

Herr de Lüc (An Eſſay on Pyrometry and areometry and on phyſical meaſures in general in den Philoſ. Trans. Vol. LXVIII. for 1778. P. I. n. 20.) ward durch einen Gedanken von Ramsden veranlaſſet, bey der Ausmeſſung der relativen Ausdehnungen feſter Körper das Mikroſkop zu gebrauchen. Er befeſtigte zween Stäbe von den Materien, deren Ausdehnbarkeit er vergleichen wollte, am untern Endpunkte an einander, und verſahe ſie mit Theilungen. Wenn ſie nun in Waſſer von bekannter Temperatur erwärmt wurden, ſo zeigte das Mikroſkop, welche Theilungsſtriche mit einander übereintrafen, wie an einem Nonius oder Vernier, woraus ſich das Verhältniß ihrer Ausdehnungen ſchließen läſt. Er erzählt, daß er bey einer Veränderung der Wärme von 10 Grad bis 40 Grad ſeines Thermometers (d. i. von 54½ — 122 nach Fahrenheit) die Ausdehnungen des Meſſings und Eiſens im Durchſchnitt, wie 21 zu 10 gefunden habe, welches mit der Angabe von Dom Juan am nächſten übereinſtimmt. Er giebt auch ein Mittel an, durch ein am Mikroſkop angebrachtes Mikrometer die abſoluten Größen der Ausdehnungen zu finden. Ein Verſuch damit gab ihm die Ausdehnung einer Glasröhre vom Eispunkte bis zum Siedpunkte 0,00083 ihrer Länge, oder $\frac{1}{100}$ Zoll auf jeden Schuh, genau ſo, wie es Smeaton gefunden hat. Das Glas kömmt bey einerley Temperatur ganz genau zu einerley Länge zurück, kan alſo für andere Körper zum Maaßſtabe dienen, und würde ſich

vortreflich zu Pendelſtangen ſchicken. Aber der Gang ſeiner Ausdehnungen iſt nicht gleichförmig, ſondern, wenn es von 70 Grad des de Lücſchen Thermometers bis o immer von 10 zu 10 Grad ſtufenweiſe abkühlet, ſo verhalten ſich die ſucceſſiven Verkürzungen, wie 31, 29, 26, 24, 22, 19.

Ohne Zweifel finden ähnliche Ungleichheiten des Ganges auch bey den Ausdehnungen der Metalle ſtatt, daß man alſo von der Verlängerung im Kleinen nicht richtig auf die im Großen ſchließen kan. Unter den Verſuchen, worauf ſich die Reſultate der obigen Tabelle gründen, iſt bey vielen die Ausdehnung nur für 10 reaumüriſche Grade gemeſſen, und die größere von Eis- zu Siedpunkt durch Rechnung daraus hergeleitet worden. Auch hieraus erklärt ſich zum Theil die Verſchiedenheit der Angaben. Man hat auch angenommen, die Stangen hätten an der Sonne eben ſoviel Wärme erhalten, als das Thermometer zeigte, da doch Größe, Materie und Farbe der Stangen hierinn große Unterſchiede machen. Dies alles zeigt, wie unvollkommen noch die Pyrometer ſind, und wieviel der Experimentaluntersuchung in dieſem Fache noch übrig bleibe.

Lamberts Pyrometrie, Berlin, 1779. gr. 4. S. 119 u. f.

Pyrometrie, Pyrometria, *Pyrometrie.* Unter dieſem Namen kan man alle Anwendungen der Mathematik auf die Lehre vom Feuer und der Wärme zuſammenfaſſen, und daraus eine Wiſſenſchaft alles desjenigen bilden, was beym Feuer und der Wärme meßbar iſt.

Lambert (Pyrometrie, oder vom Maaße des Feuers und der Wärme, Berlin, 1779. gr. 4.) hat mit dem ihm eignen Scharfſinne dieſen Lehren zuerſt die Form einer Wiſſenſchaft gegeben, die er, weil ſich hiebey auch Kräfte gedenken laſſen, nach Art der mechaniſchen Wiſſenſchaften in Pyroſtatik, Pyraulik und Pyrodynamik abtheilt. Er rechnet zur erſten die Lehre vom Gleichgewicht, zur zweyten die von der Bewegung und dem Durchfluße, zur dritten die von den Kräften des Feuers, in ſofern es Veränderungen in den Körpern hervorbringt. Er unterſcheidet **Thermometrie** von **Pyrometrie** ſo, daß ſich jene nur auf ſol-

che Grade der Wärme einſchränken ſoll, die unſerm Gefühl erträglich ſind. Er bringt noch einen ziemlichen Vorrath von Namen bey, z. B. Pyrotechnik, Pyrobolik, Pyronomie, Pyrometeorologie u. ſ. w.

Lambert handlet zuerſt, um Feuer und Wärme kennen und beſtimmen zu lehren, von der Ausdehnung der Körper durch dieſelben, und den verſchiedenen Arten der Thermometer, und geht dann auf die Mittheilung der Wärme oder die Erwärmung und Erkältung fort. Hierauf betrachtet er die Bewegungen der Wärme, ihre Ausbreitung, Zurückprallung, Geſchwindigkeit, ihren Fortgang mit den Körpern und ihr Aufſteigen insbeſondere. Dieſem Abſchnitte folgt die Unterſuchung über die Kraft der Wärme in Vergleichung mit dem Zuſammenhange der Körper, über die Schmelzbarkeit, die Wärme und Kälte bey Miſchungen, die Elaſticität der Wärme u. ſ. w. nebſt einigen Gedanken über die Ausmeſſung der Stärke und Menge der Feuertheilchen. Dieſem ſind noch zween Abſchnitte über die Empfindung der Wärme und ihre Schätzung nach derſelben, und über die Sonnenwärme insbeſondere, beygefügt.

Nach Lamberts eignen Aeuſſerungen ſollte ſeine ganze Photometrie blos eine Vorbereitung zu dieſer Pyrometrie ſeyn. Auch beruht in beyden Wiſſenſchaften vieles auf ähnlichen Gründen. Was bey Ausmeſſung der Stärke des Lichts, Lichtmenge, Erleuchtung und Klarheit der erleuchteten Fläche iſt, das wird bey Meſſung der Wärme, Menge des auffallenden Feuers, Erwärmung und mitgetheilte Wärme. Weil aber das Licht blos auf Flächen fällt, da die Wärme in Maſſen dringt, ſo ſind die Gründe beyder Wiſſenſchaften nicht ſo ganz übereinſtimmend, und die Geſetze leiden eine merkliche Abänderung. Bey der Erwärmung z. B. iſt die Zeitdauer mit zu betrachten, die bey der Erleuchtung nicht in Rechnung kömmt. Ein Körper, der erwärmt wird, theilt immerfort den Körpern, die er berührt, von ſeiner Erwärmung mit. Die Geſetze, nach welchen dieſes geſchieht, hatte ſchon **Newton** entdeckt (Philoſ. Transact. 1701. und in Princip. L. III. Prop. 8. Coroll. 3.), und Lambert findet ſie mit den Erfahrungen ſo

übereinſtimmend, daß er die ganze Theorie der Erwärmung und Erkältung darauf gründet, welche unſtreitig den ſchönſten Theil des Werks ausmacht. Was die Kraft der Wärme, die Schmelzbarkeit, Erhitzung der Miſchungen u. dgl. betrift, ſo hängen dieſe Gegenſtände zu ſehr mit der chymiſchen Betrachtung zuſammen, als daß Lamberts blos mathematiſcher Vortrag darüber befriedigend ſeyn könnte: inzwiſchen beſtimmen ſeine Unterſuchungen manchen ſchwankenden Begrif genauer, und zeigen an, worauf man bey fernern Verſuchen vornehmlich Achtung zu geben habe.

Lambert hatte den Entwurf hiezu ſchon vor 1756 gemacht, aber ſeitdem wenig daran gearbeitet. Im Sommer 1777 legte er auf Erinnern ſeiner Freunde die letzte Hand an, und vollendete das Werk kurz vor ſeinem im September erfolgten Tode, nach welchem es mit einer Vorrede von Karſten heraus kam.

Pyrophorus, **Luftzünder**, **Selbſtzünder**, **hombergiſcher**, Pyrophorus, *Pyrophore.* Dieſen Namen führt eine chymiſche Bereitung, in Geſtalt eines ſchwarzgrauen Pulvers, welche ſich an der freyen, zumal feuchten, Luft von ſelbſt entzündet und mit einem Schwefelgeruch abbrennt.

Homberg (Sur un nouveau Phoſphore etc. in der Hiſt. de l'acad. roy. 1710. Obſ. ſur la matiere fécale in den Mém. 1711.) machte die Entdeckung deſſelben zufälliger Weiſe, nachdem er Menſchenkoth mit Alaun im Feuer deſtillirt hatte; der jüngere **Lemery** (Mém. 1714. 1715.) fand, daß man dazu alle thieriſche und vegetabiliſche Materien, welche eine Kohle geben, z. B. Honig, Mehl, Zucker, gebrauchen könne, und **de Suvigny** (Mém. preſentés. To. III.) zeigte, daß man ſtatt des Alauns auch andere vitrioliſche Salze, z. B. Glauberſalz und vitrioliſirten Weinſtein, nehmen könne. Dennoch geräth die Bereitung mit dem Alaun am beſten.

Man röſtet einen Theil Zucker mit drey Theilen Alaun in einer eiſernen Pfanne zu einem ſchwarzen kohlenartigen Pulver, füllt damit eine irdene Flaſche mit einer engen

Mündung zu zwey Dritteln, und erhitzt dieſe im Sandbade ſtufenweiſe bis zum Glühen des Untertheils. Alsdann ſteigen ſchweflichte Dünſte auf, die ſich endlich an der Mündung der Flaſche mit einer blauen Flamme entzünden. Wenn ſich dieſe Flamme nicht weiter zeigt, verſtopft man die Flaſche feſt, läſt alles nach und nach erkalten, und verwahrt die Mündung mit Blaſe und Papier. Fünf Theile gebrannter Alaun und ein Theil Kohlenſtaub geben ein kürzeres Verfahren, wobey man das vorgängige Röſten erſpart. In allen Fällen aber muß der Alaun ein ſolcher ſeyn, der einen Antheil von fixem Laugenſalze enthält.

Das ſo calcinirte Pulver erhitzt ſich, wenn man etwas davon ausſchüttet, an freyer Luft, beſonders durch den feuchten Hauch, fängt endlich Feuer, und verbrennt unter beſtändigem Glühen mit ſtarkem Schwefelgeruch zu einer weißgrauen Aſche. In dephlogiſtiſirter Luft brennt es heftiger, mit einer röthlichen glänzenden Flamme. **Lavoiſier** (Mém. de Paris 1777. und in ſ. Phyſ. chymiſchen Schriften von **Weigel** Th. III. S. 86.) beweiſet, daß ſich die Phänomene der Verbrennung, Verminderung und Phlogiſtiſirung der Luft, Vermehrung des Gewichts vom Rückſtande u. ſ. w. hiebey ausnehmend ſtark zeigen.

Die Erklärung eines ſo auffallenden Phänomens hat, wie alle Selbſtentzündungen, die Chymiker lange Zeit vergeblich beſchäftiget. Ihre zahlreichen Hypotheſen darüber hat Herr **Gren** an der zu Ende dieſes Artikels angeführten Stelle ſeiner Chymie geſammlet. Ich kan hier nur einiges davon erwähnen.

Die im Alaun oder andern vitrioliſchen Mittelſalzen enthaltene Säure muß mit dem brennbaren Stoffe der Kohlen bey dieſer Bereitung einen Schwefel bilden. Man glaubte ſonſt, daß dieſer Schwefel mit der Alaunerde verbunden den eigentlichen Pyrophorus ausmache. Aber **Scheele** (Von Luft und Feuer, §. 81. ingl. Berichtigende Bemerkungen über die Luftzünder in Crells chem. Annalen, 1786. B. I. S. 484.) und **Bergmann** haben gezeigt, daß man nur alsdann Pyrophorus erhält, wenn entweder der Alaun oder die Aſche der Kohlen etwas fixes Laugenſalz liefert, und daß

auch ohne allen Alaun aus einem Theile Mineralalkali, einem Viertel Schwefel und einem Drittel Kohlenſtaub Pyrophorus bereitet werden kan. Es iſt alſo ſehr wahrſcheinlich, daß das fixe Laugenſalz mit dem Schwefel eine alkaliſche Schwefelleber bilde, welche nebſt der kohligten Subſtanz die weſentlichen Beſtandtheile des Pyrophorus ausmacht.

Auf die Meinung, daß die Alaunerde ein weſentlicher Theil ſey, gründen ſich die ältern Erklärungen des Pyrophorus. **Lemery** betrachtet dieſe Erde als eine Art von ungelöſchtem Kalk, der ſich an der Luft erhitze, und dadurch die Entzündung des Schwefels bewirke, womit auch die Erklärungen der Herren **Wiegleb** und **Göttling** ziemlich übereinſtimmen. Nach den neuern Theorien der Verbrennung iſt die Entzündung des Pyrophorus verſchiedentlich erklärt worden, ſo wie es jede dieſer Theorien erfordert, ohne daß man dabey allemal auf die Nothwendigkeit des Laugenſalzes geſehen hätte. Man hat die Bereitung als eine kohligte Schwefelleber betrachtet, in der das Phlogiſton oder der Kohlenſtof nur ſehr locker gebunden iſt. Unter dieſer Vorausſetzung verbindet ſich nach **Lavoiſier** der ſaure Grundſtof (*baſe oxygène*) der reinen Luft mit dem Kohlenſtoffe und dem Schwefel, bildet damit Luftſäure und Vitriolſäure, und weil beyde der Luft dieſen Grundtheil ſehr ſchnell und häufig entziehen, ſo wird ſehr viel Wärmeſtof frey und verurſacht die Entzündung. Nach **Crawford** hingegen wird das leicht gebundene Phlogiſton von der reſpirabeln Luft ſo ſchnell eingezogen, und dadurch von ihr ſo viel Wärme abgegeben, daß daraus Erhitzung und Feuer entſteht.

Herr **Gren** leitet die Entzündung des Pyrophorus mit Recht, wie alle Selbſtentzündungen, von der ſtarken Anziehung der reinen Luft gegen das Phlogiſton dieſes Körpers her. Alle Verbrennungen ſcheinen doch nur Zerſetzungen zu ſeyn, die mit Entweichung des Phlogiſtons und mit häufiger Entbindung des Wärmeſtofs verburden ſind. Wo das Phlogiſton häufig und ſchnell entweicht, da iſt auch immer viel freyer Wärmeſtof oder viel Hitze. Daß ſich nun der Pyrophorus weit leichter entzündet, als andere Körper, das ſetzt blos eine Ueberſättigung mit Brennbarem und eine

große Freyheit deſſelben voraus, wobey die Anziehung der Luft augenblicklich und ungehindert wirken kan. Dieſe Umſtände aber finden ſich im Pyrophorus unwiderſprechlich. Die Ueberſättigung mit Phlogiſton findet ohnehin in jeder Schwefelleber ſtatt. Iſt aber im Pyrophorus noch überdies eine alkaliſche Schwefelleber, wie es die neuern Entdeckungen wahrſcheinlich machen, ſo wird wegen der Dazwiſchenkunft des Laugenſalzes der Zuſammenhang des Phlogiſtons mit der Vitriolſäure noch ſchwächer ſeyn, und bey Berührung feuchter Luft, durch die vom Laugenſalze angezogne Feuchtigkeit noch mehr vermindert, alſo im höchſten Grade geſchwächt werden. Die Gegenwart des Laugenſalzes iſt alſo hier eine Haupturſache der großen Entzündlichkeit. Dieſer Gedanke gehört eigentlich Scheelen zu, der ihn aber ſo braucht, wie es ſein Syſtem über die Verbrennung erfordert, nemlich, daß das ſchwach gebundne Phlogiſton von der Feuerluft in Menge angezogen, mit ihr Hitze bilde, und dieſe Schwefel und Kohle entzünde.

Sehr wahrſcheinlich entſtehen auf eine ähnliche Art durch den Zutritt der Luft zu ſchwach gebundnem Phlogiſton viele andere Selbſtentzündungen, z. B. bey der Fäulniß des Heus, Getraides und anderer Pflanzenſamen, beym Verwittern der Kieſe u. ſ. w. Wenigſtens wird bey allen dieſen Vorgängen die Luft ſtark phlogiſtiſiret; und das innere Reiben der Theile an einander, womit ſich ehedem die phyſikaliſchen Schriftſteller befriedigten, wird wohl jetzt von niemand mehr als eine hinlängliche Erklärung ſolcher Entzündungen angeſehen werden.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Pyrophorus.

Gren ſyſtemat. Handbuch der geſammten Chemie, erſter Theil, §. 787 u. f.

Q.

Quadrant, aſtronomiſcher, Quadrans aſtronomicus, *Quart-de-cercle aſtronomique.* Ein abgetheilter Bogen eines Cirkelausſchnitts von 90 Graden, welcher mit Dioptern verſehen, und zu Abmeſſungen von Bogen grö-

ſter Kreiſe der Himmelskugel gebraucht wird. Man bedient ſich der Quadranten vornehmlich zu Abmeſſung der Höhen und der Abſtände vom Scheitel, ſ. **Höhe eines Geſtirns.**

Die Werkzeuge der alten Aſtronomie, welche noch unter den Namen der Ringkugel, des parallaktiſchen Lineals, Jacobsſtabs, Radius, Planiſphärs u. ſ. w. bekannt ſind, haben ſoviel Unbequemes, daß man ihnen ſeit Tycho's Zeiten allgemein die abgetheilten Bogen der Cirkelausſchnitte vorgezogen hat, welche mit einem allgemeinen Namen **Sectoren**, und insbeſondere, wenn ſie 90°, 60°, 45° halten, **Quadranten, Sextanten, Octanten** genannt werden. Die Sectoren unter 90° dienen hauptſächlich zu Abmeſſungen von Diſtanzen der Geſtirne, ſ. **Entfernung, ſcheinbare** (Th. I. S. 839.).

Die Quadranten ſind entweder bewegliche (portatiles) oder unbewegliche (Mauerquadranten, fixi, murales). Bey den beweglichen wird der meſſingne getheilte Bogen oder **Limbus** durch eiſerne Stäbe und Queerbänder gehalten, und ruht vermittelſt einer im Schwerpunkte des Ganzen angebrachten Welle auf einem Stative. Um mit dieſem Werkzeuge Höhen oder Abſtände vom Scheitel zu meſſen, wird es in eine Vertikalfläche geſtellt, und läßt ſich in derſelben entweder um den Schwerpunkt drehen, wie Taf. XIX. Fig. 98., oder bleibt unbewegt ſtehen, wie Fig. 99.

Im erſten Fig. 98. vorgeſtellten Falle iſt die Regel mit den Dioptern AC am Quadranten ſelbſt feſt, und aus C, dem Mittelpunkte des Limbus ADB ſpielt das Bleyloth CDP herab. Wird nun die Regel AC nach dem Sterne S gerichtet, deſſen Abſtand vom Scheitel ZCS iſt, ſo giebt das Bleyloth auf der Theilung des Limbus die Größe der Bogen AD und DB an, wovon jener das Maaß des Winkels ACD = ZCS, oder des Abſtands vom Scheitel, dieſer aber das Complement von jenem zu 90°, mithin das Maaß der Höhe des Sterns iſt. Dieſe Art der beweglichen Quadranten wird vorzüglich in Frankreich gebraucht, und von de la Lande (Aſtronom. Handbuch, §. 331 u. ſ.) umſtändlich beſchrieben.

Im zweyten Falle, Fig. 99., bleibt das Werkzeug feſt ſtehen, wenn zuvor die Linie CB aus dem Mittelpunkte nach dem Anfange der Theilung genau wagrecht gerichtet iſt. Es iſt aber hier eine um C bewegliche Regel mit Dioptern, DC angebracht, welche noch jetzt den arabiſchen Namen der **Albidade** *(Alidade)* führt. Dieſe wird nach dem Sterne S gerichtet, und giebt alsdann auf dem getheilten Limbus die Bogen AD und DB an, welche, wie im vorigen Falle, die Maaße des Winkels ZCS und ſeines Complements zu 90°, oder des Abſtands vom Scheitel und der Höhe ſind. Man hat bey dieſer Art der Quadranten den Vortheil, daß ſich an der Alidade ein Nonius oder Vernier anbringen läßt, wodurch man die Bogen auf eine leichte und genaue Art in noch kleinern Theilen des Cirkels abmeſſen kan, als der Limbus unmittelbar angiebt. Die Transverſallinien und andere Hülfsmittel, welche man bey jener Art der Quadranten mit dem Bleylothe anbringen kan, leiſten dies nicht ſo leicht und genau.

An beyde Arten der beweglichen Quadranten wird insgemein noch ein horizontaler am Geſtelle feſter Kreis mit ſeiner gehörigen Theilung angebracht. Wenn derjenige Durchmeſſer dieſes Kreiſes, welcher durch den Anfang der Theilung geht, auf die Mittagslinie des Beobachtungsorts geſtellt wird, ſo giebt ein in der Fläche des Quadranten befindlicher Zeiger auf der Theilung den Bogen an, um welchen dieſe Fläche von der Mittagsfläche abweicht. Dieſer Bogen iſt das Azimuth des Sterns, nach dem der Quadrant gerichtet iſt, ſ. Azimuth. Daher heißt dieſer wagrechte Kreis der **Azimuthalkreis**, und das Werkzeug ein **Azimuthalquadrant**. So findet man Azimuth und Höhe zugleich durch eine einzige Beobachtung.

Der unbewegliche oder **Mauerquadrant** (Quadrans muralis ſ. Tychonicus, *Quart-de-cercle fixe*) iſt ganz an einer Mauer in der Mittagsfläche befeſtiget, übrigens, wie der Fig. 99., mit Alidade und Vernier verſehen, wobey das Geſtell und die ſonſt zur Befeſtigung dienenden Stangen CB und CA wegbleiben. Man kan alſo durch ihn blos **Mittagshöhen** meſſen. Er wird aber insgemein weil

größer, als die tragbaren Quadranten, gemacht, und dient daher zu den genauſten und wichtigſten Beobachtungen.

Dieſe für die Sternkunde ſo wichtigen Werkzeuge wurden in der letzten Helfte des ſechszehnten Jahrhunderts zuerſt von **Jobſt Byrge** in Caſſel und von **Tycho de Brahe** in Uranienburg, jedoch nur von Holz, verfertiget. **Tycho** hat die ſeinigen ſelbſt beſchrieben (Aſtronomiae inſtauratae mechanica, Wandesburgi, 1598. fol. rec. Norimb. 1602. fol.), und den Mauerquadranten zuerſt gebraucht. Im ſiebzehnten Jahrhunderte verfertigte ſie **Hevel** in Danzig mit ungemeinen Koſten von Meſſing, und beſchrieb ſie ebenfalls ſelbſt (Machinae coeleſtis, Pars prior. Gedani, 1673. fol.).

Inzwiſchen hatte **Picard** ſtatt der bisher gewöhnlichen bloßen Abſehen (nuda pinnacidia), **Dioptern mit Fernröhren** (dioptrae teleſcopicae) an die zur Winkelmeſſung beſtimmten Werkzeuge angebracht. Es ſcheint dies zuerſt 1669 bey ſeiner Gradmeſſung in Frankreich geſchehen zu ſeyn. Auch **D. Hook** in England war auf den Gebrauch der Fernröhre und auf die Anwendung des Nonius gekommen, und ſchrieb über **Hevels** Werkzeuge, die noch bloße Abſehen und Theilungen mit Transverſallinien hatten, eine ſtrenge Kritik (Animadverſiones in primam partem machinae coel. Hevelii. Lond. 1674. 4.). **Halley** reiſete deswegen im Jahre 1679 nach Danzig, um mit Heveln zu wetteifern, muſte aber geſtehen, daß ſeine teleſkopiſchen Dioptern von des letztern bloßen Abſehen übertroffen würden. Bey den jetzt bekannten Mitteln, die Fernröhre richtig anzubringen, ſind ihre Vorzüge entſchieden, und es werden jetzt ſchwerlich andere, als teleſkopiſche Dioptern zu Winkelmeſſungen am Himmel gebraucht.

In neuern Zeiten iſt man vorzüglich bemüht geweſen, die Theilungsmethoden des Limbus vollkommner zu machen, und es haben ſich darinn die Engländer **Graham** und **Bird** beſonders hervorgethan. Graham hat viel Werkzeuge für Ausländer, ſelbſt für Franzoſen, getheilt, unter andern den Sector, mit welchem **Maupertuis** in Lappland die Polhöhen zu ſeiner Gradmeſſung beſtimmte, auch den, womit

Bradley beobachtete, und die Abirrung entdeckte, ſ. Abirrung des Lichts. Bird hatte für die Sternwarte in Greenwich den neuern Mauerquadranten von 8 engl. Fuß Halbmeſſer getheilt, der zu den Beobachtungen auf der Mitternachtsſeite dient, da der ältere von Smith (Lehrbegrif der Optik, III. B. 7. Cap.) beſchriebene zu Meſſungen auf der Mittagsſeite gehört. Wegen ſeiner vortreflichen Methoden verſprachen ihm die Commiſſarien zu Erfindung der Länge zur See 500 Pfund Sterling, unter andern mit der Bedingung, ſeine Kunſtgriffe zu beſchreiben und eidlich zu beſtärken. Ein Theil dieſer Beſchreibung (The method of dividing aſtronomical inſtruments by *John Bird.* Lond. 1767. 4maj. überſetzt in Käſtners aſtronomiſchen Abhdl. zweyte Samml. Göttingen, 1774. 8. S. 188 u. f.) verbeſſert noch einige Methoden Grahams, und eine andere Schrift (The method of conſtructing mural Quadrants etc. Lond. 1768. 4.) lehrt den Bau der Mauerquadranten an dem Beyſpiele des zu Greenwich. Die Sternwarte zu Mannheim hat ohnlängſt einen von Bird getheilten Mauerquadranten erhalten; und die zu Caſſel einen von 6 pariſer Fuß, 1 Zoll Halbmeſſer, der unter Herrn Matſko Aufſicht von einem dortigen Künſtler Breithaupt getheilt iſt.

Sonſt findet man Nachrichten von Quadranten in beſondern Schriften von Lowitz (Beſchreibung eines Quadranten zur Sternkunde und zu Erdmeſſungen, Nürnb. 1751. 4.) und Ammann (Quadrans aſtronomicus nov. in ſpecula Ingolſtad. Augſp. 1770. 4.).

Daß das Bleyloth am beweglichen Quadranten durch die Nähe großer Berge merklich von der vertikalen Richtung abgezogen werde, iſt beym Worte Gravitation (Th. II. S. 535.) mit Erzählung der Beobachtungen erwähnt worden.

Quadranten-elektrometer, ſ. Elektrometer.

Quadrat, elektriſches, elektriſche Platte, geladne Platte, Quadratum electricum, Tabula electrica, *Carreau électrique.* So nennt man insgemein eine vierſeitige dünne Tafel von Glas, Harz, Siegellak oder ei-

ner andern an ſich elektriſchen Subſtanz, welche auf beyden Seiten eine metalliſche Belegung hat; jedoch ſo, daß auf beyden Seiten am Rande ein Raum von wenigſtens zween Zollen unbelegt gelaſſen iſt. Daß man eine ſolche Tafel auf eben die Art, wie die gewöhnliche Verſtärkungsflaſche laden und entladen könne, iſt ſchon bey dem Worte Flaſche, geladne, erinnert worden. Die Erſchütterung beym Entladen ſolcher Tafeln iſt ausnehmend ſtark, und hat daher von den franzöſiſchen Experimentatoren den Namen des Wetterſchlags (*Coup-foudroyant*) erhalten.

Um den leidner Verſuch auf dieſe Art anzuſtellen, darf man nur die eine Seite der Tafel mit der Erde, die andere mit dem Conductor einer Elektriſirmaſchine verbinden, und, wenn die Platte durch Drehung der Maſchine geladen iſt, eine leitende Verbindung der Belegungen beyder Seiten machen. Man kan z. B. das elektriſche Quadrat auf eine Metallplatte legen, die durch eine Kette mit dem Conductor der Elektriſirmaſchine verbunden, und auf einem Glasfuße iſolirt iſt. Legt man alsdann die Hand auf die obere Belegung des Quadrats, damit dieſelbe nicht mehr iſolirt ſey, und dreht die Maſchine, ſo wird die elektriſche Platte eine ſehr ſtarke Ladung annehmen. Wollte man alsdann mit der andern Hand einen Funken aus dem Conductor oder der Kette ziehen, ſo würde die Platte augenblicklich mit einem ſtarken Schlage durch den Körper entladen werden. Es iſt aber nicht rathſam, ſich ſelbſt dieſer ſtarken Erſchütterung auszuſetzen. Man bedient ſich daher lieber eines Ausladers, den man mit dem einen Knopfe auf die Platte aufſetzt, mit dem andern aber dem Conductor oder der Kette nähert, ſ. Auslader. Faßt man hingegen die Platte am unbelegten Rande und in gehöriger Entfernung von den Belegungen an, ſo kan man ſie ſicher abheben, und geladen von einem Orte zum andern bringen. Sie bleibt lange Zeit geladen, wenn keine leitende Verbindung beyder Seiten gemacht wird.

Dieſe belegten elektriſchen Platten ſind im Jahre 1747, bald nach Entdeckung des leidner Verſuchs, zuerſt in England von **D. Bevis** gebraucht worden. **Watſon** erzählt

dies (Philoſ. Transact. num. 485. p. 93. ſqq. §. XI.) mit der Bemerkung, eine ſolche Platte von 1 Quadratſchuh belegter Fläche habe eben ſo ſtark explodirt, als eine gewöhnliche halbe Pinten-Flaſche mit Waſſer gefüllt. Man ſchloß daraus ſehr richtig, daß die Stärke der Explosionen von der Größe der belegten Fläche abhänge, und nicht, wie man vorher geglaubt hatte, von der Maſſe der zur Belegung gebrauchten leitenden Materie. Prieſtley (Geſch. der Elektr. S. 62.) ſagt, die Erfindung ſchreibe ſich eigentlich von Smeaton her.

Bald nachher fielen auch Franklin (Briefe von der Elektr. überſ. v. Wilke. Leipz. 1758. 8. S. 34 u. f.) und ſeine Freunde in Nordamerika darauf, runde Glasſcheiben zu belegen. Sie legten eine ſolche Scheibe auf die Hand und oben darauf eine Bleyplatte, die ſie elektriſirten, und den Finger dagegen brachten. Nachher legten ſie die Glasſcheibe zwiſchen zwo Bleyplatten, die ringsherum 2 Zoll kleiner waren, elektriſirten das obere Bley, trennten hierauf das Glas von dem Bley, und fanden, daß aus den elektriſirten Stellen der Scheibe Funken gelockt werden konnten, und daß die Erſchütterung wieder erfolgte, wenn man die völlig von ihrer Elektricität befreyten Bleyplatten wieder an die Scheibe brachte und gehörig verband. Hieraus ſchloßen ſie, daß die Ladung nicht in der Belegung, ſondern in der Glasfläche, ſey, und die Belegung blos als Armatur wirke. Franklin bediente ſich nun der Glastafeln zu mancherley Verſuchen, ſ. Zaubergemälde, ſetzte eine Batterie daraus zuſammen, ſ. Batterie, elektriſche, und gab dadurch Anlaß zu den Benennungen: elektriſches Quadrat, Franklins Quadrat, wofür einige Neuere beſſer den Namen Kleiſtiſche Platte ſetzen.

Da die Theorie dieſer Platten völlig mit der von der leidner Flaſche übereinſtimmt, ſo kan ich mich deshalb ganz auf den Artikel Flaſche, geladne beziehen. Daß aber die Platten mehr Wirkung thun, als runde Flaſchen von gleich viel belegter Fläche, das beruht auf der Eigenſchaft platter Flächen, nach welcher dieſelben alle Wirkungen der elektriſchen Vertheilung ungemein begünſtigen, und daher

eine ſtärkere Ladung, als Flächen von anderer Geſtalt, annehmen können, ſ. Spitzen. Es iſt jedoch nicht zu läugnen, daß bey der Ladung weit mehr von der Dünne der elektriſchen Subſtanz, als von ihrer Geſtalt, abhänge.

Die Glasplatten werden insgemein mit Zinnfolie oder dünnen Goldblättchen belegt, die man mit Gummiwaſſer aufklebet. Die Belegung muß überall 1—2 Zoll weit vom Rande entfernt bleiben, damit keine freywillige Entladung erfolge. Platten von harzigen Materien, die ſich leicht ſchmelzen laſſen, z. B. von Harz, Siegellak ꝛc. belegt man am beſten ſo, daß man zuerſt ein Stück Zinnfolie von der gehörigen Gröſze und Geſtalt auf eine Marmortafel legt, und die geſchmolzene Maſſe darauf gieſzt. Dieſe wird dann mit einer Glasſcheibe, oder einem andern ebnen und glatten Körper, darüber verbreitet und geglättet, darauf aber ein anderes gleiches Stück Zinnfolie mit einem heiſſen Eiſen gelind angedrückt. Man kan ſolche Platten ſehr leicht von der Marmortafel abnehmen, und einige derſelben werden ſehr gute Dienſte, vielleicht noch beſſere, als das Glas ſelbſt, thun.

Um flüßige elektriſche Körper zu belegen, nehme man eine irdene Schüſſel mit flachem Boden, lege in dieſelbe ein Stück Zinnfolie, das ringsum 1 Zoll ſchmäler iſt, als der Boden der Schüſſel, und ſtecke durch eine Oefnung im Boden einen dünnen Drath ein, der bis an die Zinnfolie reicht. Dann gieſze man den elektriſchen Körper, z. B. Oel, geſchmolzenen Talg u. dgl. auf, und laſſe eine meſſingne Platte, die mit der Zinnfolie einerley Gröſze hat, von dem Conductor der Elektriſirmaſchine in die Schüſſel bis an die Oberfläche des flüßigen Körpers herabhängen, ſo daß ſie gerade über die Zinnfolie kömmt, und mit derſelben parallel hängt. So läſt ſich der flüßige Körper laden, und zu Verſuchen gebrauchen. Die Methode, eine Luftſcheibe zu laden, iſt in dem beym Worte Blitz (Th. I. S. 375.) beſchriebenen Verſuche enthalten.

Die merkwürdigſten Erſcheinungen zeigen ſich an den elektriſchen Platten, wenn man mehrere derſelben über einander legt, und wie eine einzige behandlet. Symmer

(Philoſ. Transact. Vol. LI. P. I. p. 366.) machte zuerſt Verſuche hierüber im Jahre 1759, welche von Beccaria und Cigna (Miſcellan. Societatis Taurin. 1765. p. 31 ſqq.) noch weiter getrieben wurden. Dieſe Verſuche betrafen zum Theil die ſonderbaren Phänomene geriebener ſeidner Bänder und Strümpfe, welche ſich eben ſo, wie dünne elektriſche Platten, verhalten: ich kan aber hier nur etwas weniges von den Glastafelu anführen.

Zwo Fenſterſcheiben, auf einer Seite belegt, und mit zuſammengekehrten unbelegten Seiten, wie eine einzige, geladen, hiengen ſtark zuſammen. Waren ſie aber auf beyden Seiten belegt, ſo wurde jede beſonders geladen und ſie hiengen nicht zuſammen.

Trennt man Platten, die nur auf einer Seite belegt, und zuſammen geladen ſind, von einander, ſo hat die eine auf beyden Seiten + E, die andere — E. Entladet man ſie vorher durch eine Exploſion, und ſucht ſie erſt nachher zu trennen, ſo findet man ihren Zuſammenhang noch ſtark; nach der Trennung aber hat jene auf beyden Seiten — E, dieſe + E. Legt man ſie wieder zuſammen, ſo hängen ſie aufs neue an einander, und zeigen keine Elektricität: werden aber ihre Belegungen berührt, und dann die Platten wieder getrennt, ſo zeigen ſie das vorige — E und + E wieder u. ſ. w. Man kan dieſen Verſuch wohl hundertmal wiederholen, und findet doch, aller aus den Belegungen gezognen Funken ohngeachtet, immer das vorige — E und + E wieder, ohne neue Elektricität zu erregen. Bey der Trennung zeigt ſich im Dunkeln ein Licht zwiſchen beyden Platten.

Eben dies erfolgt, wenn eine auf beyden Seiten belegte Platte geladen, die eine Belegung weggenommen, eine unbelegte Platte darauf gelegt, und letztere auf der äuſſern Seite wieder belegt wird. Beyde Platten hängen zuſammen, und zeigen getrennt auf beyden Seiten einerley E; aber nach vorhergegangner Exploſion getrennt, die entgegengeſetzten E. Ein Streifchen Papier zwiſchen beyde gelegt, bleibt bey der Trennnung nach dem Entladen an der ungeladnen Platte hängen, und wird bey der Wiederverei-

nigung losgeriſſen. In dieſer Geſtalt iſt der Verſuch ſchon 1755 von einem Jeſuiten in Pekin (Nov. Comm. Petropol. To. VIII. p. 276.) angeſtellt worden, der ihn 500mal wiederholen konnte, ohne die Platte von neuem zu laden. Man ſieht, daß dies alles den Phänomenen des Elektrophors ſehr ähnlich iſt; auch war es für den damaligen Zuſtand der Lehre von der Elektricität ganz unerklärbar, und Symmer ward dadurch veranlaſſet, zwo verſchiedne einander anziehende elektriſche Materien anzunehmen.

Beccaria ſuchte dieſe Erſcheinungen in ein neues allgemeines Geſetz zuſammenzufaſſen, dem er den Namen *Electricitas vindex* beylegte, ſ. **Elektricität** (Th. I. S. 744 u. f.). Inzwiſchen ward durch die Bemühungen der Herren **Wilke** und **Aepinus** die Lehre von den Wirkungskreiſen und der Vertheilung der Elektricität mehr aufgeklärt. **Wilke** zergliederte den leidner Verſuch genauer, und gab im Jahre 1762 (Schwed. Abhdl. 24ſter Theil. S. 271 u. f.) eine Vorrichtung an, wodurch man die Belegungen einer Glastafel nach dem Laden und Entladen von der Tafel trennen, und alle Theile beſonders unterſuchen konnte. Bey dieſen Verſuchen, welche in der That ſchon die Idee vom Elektrophor enthalten, fand ſich alles mit den allgemeinen Geſetzen der Wirkungskreiſe übereinſtimmend. Dieſe Geſetze wurden nach und nach bekannter, und **Volta**, der ſie ſehr glücklich faßte, brachte noch den ſo natürlichen Begrif hinzu, daß ein E, ſobald es auf ein anderes E wirkt, dadurch ſelbſt beſchäftiget und weniger ſenſibel wird, als wenn es unbeſchäftigt oder frey iſt; daher er es in dieſem Zuſtande **gebunden** nennt. Dieſe Begriffe erklären die meiſten der oben angeführten Phänomene, und machen den unrichtig ausgedrückten Grundſatz des **Beccaria** ganz entbehrlich. **Volta** kam, indem er ſich dies zu zeigen bemühte, auf die Erfindung des Elektrophors, deſſen Erklärung zugleich von den meiſten der hier angeführten Phänomene Rechenſchaft giebt.

Ich verweiſe hierüber, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die Artikel **Wirkungskreiſe, elektriſche,** und **Elektrophor.** Freylich bleibt noch mancher Umſtand

dunkel, und am Ende ſind die Erklärungen ſämtlich nur aus den Geſetzen, nicht aus den phyſiſchen Urſachen, hergeleitet. Die ganze Lehre von den + E und — E, die ſich binden und freylaſſen, iſt nur Vortrag von Erfahrungen, die in einer bequemen Sprache ausgedrückt, ſich unter wenige allgemeine Geſetze vereinigen laſſen. Das muß aber dem Phyſiker ſchon genug ſeyn; er lernt doch dadurch gewiſſe Wahrheit, ſtatt daß ihm die Unterſuchung der Urſachen in Ungewißheit läſt, ſ. **Phänomene**. Seitdem ich an dieſem Wörterbuche arbeite, hat Herr de Lüc noch einen merkwürdigen Verſuch gemacht, ſich der Erforſchung der Urſachen in dieſer Lehre zu nähern. Etwas hievon habe ich ſchon bey dem Worte **Flaſche, geladne**, (Th. II. S. 309.) beygebracht; ich werde aber bey dem Artikel, der den elektriſchen Wirkungskreiſen gewidmet iſt, noch mehr aus ſeinem Werke anführen, und eine Anwendung davon auf die Phänomene der elektriſchen Platten machen.

Daß ſich übrigens nicht alle Arten von Glas hiebey auf völlig gleiche Art verhalten, bemerkt Henly (Philoſ. Transact. Vol. LXVII. for 1777. P. I. num. 8.). Holländiſche Glasplatten (Dutch-plates) übereinander gelegt, wie eine einzige geladen, und auseinander genommen, hatten jede eine poſitive und eine negative Seite: wurden ſie wieder auf einander gelegt, und nach dem Entladen aus einander genommen, ſo hatte ſich die Elektricität einer jeden Seite in die entgegengeſetzte verwandlet. Legt man eine reine und trokne Platte engliſches Spiegelglas (looking-glaſs) zwiſchen zwo Platten von Spiegelglas oder Crownglas, welche nachher belegt, geladen und aus einander genommen werden, ſo iſt die mittlere Platte auf beyden Seiten negativ. Legt man ſie aber zwiſchen zwo holländiſche Platten, und verfährt, wie vorher, ſo ſind ſowohl die äuſſern Platten, als die mittlere, auf einer Seite poſitiv, auf der andern negativ. Doch bemerkt er im folgenden, man müſſe die holländiſchen Platten, wenn der Verſuch gelingen ſolle, nach dem Laden nicht gleich aus einander nehmen, ſondern eine Zeitlang warten. Er ſchreibt das beſondere Verhalten dieſes Glaſes der Ungleichförmigkeit ſeiner Maſſe zu.

Prieſtley Geſchichte der Elektricität durch Krünitz, Berlin u. Stralſ. 1772. gr. 4. S. 169 u. f.

Cavallo vollſt. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, a. d. engl. 3te Aufl. Leipzig, 1785. 8. S. 202, 250 u. f.

Quadratur, Quadratſchein, Geviertſchein, Quadratura, Adſpectus quadratus, *Quadrature, Oppoſition quadrate.* Man giebt dieſe Namen der Stellung zweener Planeten, deren Längen ſich um den vierten Theil des Kreiſes, oder um 90° unterſcheiden, ſ. Aſpecten.

Insbeſondere nennt man **Quadraturen** der obern Planeten die Stellungen, in welchen ſie der Länge nach 90° weit von der Sonne abſtehen. In dieſen Stellungen gehen ſie ohngefähr 6 Stunden vor oder nach der Sonne durch den Mittagskreis, und ſind entweder in der erſten, oder in der letzten Helfte der Nacht ſichtbar. Der Lauf der Erde um die Sonne geht alsdann in einer Richtung, die gerade auf den Planeten zu, oder gerade von ihm hinweg führt; daher wird der ſcheinbare Lauf des Planeten um dieſe Zeit am wenigſten von der Bewegung der Erde geändert, und kömmt ſeiner mittlern Bewegung am nächſten.

Bey den untern Planeten laſſen ſich keine Quadraturen gegen die Sonne gedenken, weil ſie ſich nie 90° von ihr entfernen, ſ. Venus, Merkur.

Beym Monde nennt man **Quadraturen** oder **Viertel** (*Quadratures, Quartiers*) ebenfalls die Erſcheinungen in den Stellen, wo er der Länge nach um 90° vom Orte der Sonne abſteht. In dieſen Stellen erſcheint der Mond, als eine halbe Scheibe (luna dichotoma), und der helle Theil iſt vom dunkeln durch eine gerade Linie getrennt, ſ. Mondphaſen. Im erſten Viertel erſcheint der zunehmende Mond etwa 7 Tage nach dem Neumonde, und iſt alsdann in der erſten Helfte der Nacht ſichtbar, bis er um Mitternacht untergeht. Im letzten Viertel zeigt er ſich während ſeines Abnehmens, etwa 7 Tage nach dem Vollmonde, geht alsdann um Mitternacht auf, und iſt in der letzten Helfte der Nacht ſichtbar.

Qualitäten, Eigenſchaften, Beſchaffenheiten der Körper, Qualitates ſ. Proprietates corporum, *Qualités ou Proprietés des corps.* Alles, was an einem Körper in die Sinne fällt, und dadurch einen Begrif erweckt, kan eine Qualität oder Eigenſchaft des Körpers genannt werden. In dieſem Sinne des Worts ſind Härte, Leuchten, Bitterkeit u. ſ. w. Qualitäten der Körper, weil ſie durch Gefühl, Geſicht, Geſchmack in uns Empfindungen erregen und Begriffe erwecken.

Vergleicht man dieſe Definition mit der Erklärung des Worts **Phänomene**, ſo wird man beyde ziemlich übereinſtimmend finden. Jede Einwirkung des Körpers auf unſere Sinne iſt auch im Grunde ein Phänomen oder eine Naturbegebenheit; und ſo iſt zwiſchen Phänomenen und Qualitäten der einzige Unterſchied dieſer, daß man **Phänomen** das nennt, was wir durch die Sinne empſinden, **Qualität** oder Eigenſchaft aber das, was wirklich im Körper vorhanden ſeyn und die Urſache unſerer Empfindung enthalten ſoll.

Nun iſt zwar jeder Menſch geneigt, das, was ihm ſeine Sinne darſtellen, für wirklich zu halten, und alſo in den Körpern ſelbſt etwas anzunehmen, was ſeinen Empfindungen von denſelben analog iſt. Man ſchreibt in allen Vorfällen und Handlungen des Lebens dem Zeugniße der Sinne die gröſte Evidenz zu, und gewöhnt ſich dadurch, von Erſcheinungen ohne alles Bedenken auf übereinſtimmende Wirklichkeiten zu ſchließen. Aber dieſe Schlußart, die für das gemeine Leben ſo zureichend und unentbehrlich iſt, würde bey der wiſſenſchaftlichen Unterſuchung der Natur zu den gröbſten Irrthümern verleiten. Der Phyſiker muß ſich zwar ebenfalls an den allgemeinen ſinnlichen Schein halten, ſ. **Materie**; aber er darf doch nie vergeſſen, daß derſelbe nur Schein iſt; er darf alſo nicht jedes Phänomen für eine wirkliche Qualität der Körper erklären, weil das Weſen der leztern gar leicht etwas anders ſeyn könnte, als es uns zu ſeyn ſcheint. Man geht daher immer ſicherer, wenn man mehr von Phänomenen, als von Qualitäten ſpricht, wenigſtens

ſich immer erinnert, daß von Eigenſchaften und Beſchaffenheiten nicht anders, als nach dem allgemeinen ſinnlichen Scheine, geredet werden könne.

Erſcheinungen, welche wir an allen Körpern bemerken, allgemeine Phänomene der Körper, erwecken in uns den Begrif **allgemeiner Eigenſchaften** der letztern (qualitates corporum univerſorum, primariae, Attributa corporum). Unter dieſen ſind Ausdehnung und Undurchdringlichkeit mit dem Begriffe des Körperlichen wothwendig verbunden; ſie machen gleichſam die Beſtandtheile aus, in welche ſich dieſer Begrif ſelbſt zerlegen läſt. Dieſe heiſſen daher **weſentliche Eigenſchaften** (qualitates eſſentiales). Die übrigen allgemeinen Eigenſchaften, nemlich Härte, Theilbarkeit, Trägheit, Anziehung würde ich lieber allgemeine Phänomene der Körper nennen. Andere Erſcheinungen, welche ſich nur an Körpern von gewiſſer Art oder in gewiſſen Zuſtänden zeigen, führen auf die Begriffe von **abgeleiteten** oder **zufälligen Eigenſchaften** (qualitates ſecundariae, proprietates corporum), z. B. Elaſticität, Sprödigkeit, Feſtigkeit, Flüßigkeit, Wärme, Kälte, Farbe u. ſ. w. ſ. **Körper**. Was nun dasjenige, das dieſe Erſcheinungen hervorbringt, in den Körpern eigentlich ſey, oder worinn die Qualitäten beruhen, iſt in den meiſten Fällen unbekannt, weil wir nur das Kleid der Dinge, nicht die Dinge ſelbſt, ſehen.

Die meiſten Schriftſteller unterſcheiden Qualität und Quantität als ſolche Begriffe, die gar nichts mit einander gemein haben ſollen. Man hat durch dieſen Unterſchied ſogar die Grenzen zwiſchen dem Gebiete der eigentlichen Phyſik und der angewandten Mathematik beſtimmen wollen, ſ. **Phyſik**. Wenn nun der Begrif von Größe oder Quantität auf der Möglichkeit des Mehrern und Mindern beruht, ſo kan zu den Qualitäten oder Beſchaffenheiten in dieſem Sinne nur dasjenige gerechnet werden, wobey kein Mehreres und Minderes ſtatt findet. Für ſolche Qualitäten erklärt **Newton** nur die allgemeinen Eigenſchaften der Körper, noch überdies mit Ausſchluß der Anziehung (Qualitates corporum, *quae intendi et remitti nequeunt*, quae-

que corporibus omnibus competunt, in quibus experimenta inſtituere licet, pro qualitatibus corporum univerſorum habendae ſunt — Attamen Gravitatem corporibus eſſentialem eſſe, minime affirmo — Gravitas recedendo a terra *diminuitur*. Princip. L. III. Regula philoſ. 4.). Auch wird die Ausdehnung ſelbſt Größe, ſobald man ſie begrenzt denkt; mithin bleiben auſſer der Undurchdringlichkeit, Härte, Theilbarkeit und Trägheit weiter keine Beſchaffenheiten der Körper übrig, bey denen es nicht auf Begriffe von Mehrerm und Mindern, von gewiſſen Stufen und Grenzen, ankäme. Man darf nur ſtatt Beſchaffenheiten das Wort: Phänomene ſetzen, um dies noch deutlicher zu überſehen. Wie arm an nützlichen Wahrheiten würde eine Wiſſenſchaft ſeyn, die ſich nach Abſonderung aller Betrachtungen der Größe blos mit Erklärungen aus dieſen Qualitäten beſchäftigte? Ich glaube daher nicht, daß dieſes Entgegenſetzen der Qualität und Quantität bey einer guten Claſſification der Naturwiſſenſchaften könne zum Grunde gelegt werden. Das Eigenthümliche der Phyſik beſteht vielmehr in Erklärung der Phänomene, entweder aus ihren Urſachen, oder wo dies nicht angeht, wenigſtens aus allgemeinern Phänomenen, oder Naturgeſetzen, zu welchen die Eigenſchaften der Körper ſelbſt mit gehören. Solcher Erklärungen aber laſſen ſich ohne Betrachtung der Größe ungemein wenige geben.

Die ſcholaſtiſch-ariſtoteliſche Phyſik, die überhaupt großentheils in dunkler Terminologie beſtand, trieb mit dem Worte Qualitäten einen ungemeinen Mißbrauch. Wenn man von einem Phänomen oder von einer Claſſe derſelben keine weitere Urſache angeben konnte, ſo legte man den Körpern, die dieſe Phänomene zeigten, eine beſondere Kraft oder Eigenſchaft bey, für die man bald einen Namen fand, und aus der man nun die Erſcheinungen, wie Wirkungen aus ihrer Urſache, zu erklären glaubte. So entſtand eine Menge Namen von Eigenſchaften der Körper, welche in mehrere Claſſen abgetheilt wurden, worunter immer eine wiederum Urſache der andern ſeyn ſollte. Wärme und Kälte z. B. wurden als erſte Qualitäten angeſehen,

welche Urſachen der Feuchtigkeit und Trockenheit, als zweyter Qualitäten, ſeyn ſollten. Das Licht hieß eine Qualität der Körper, und man ſtritt, ob es zu den ſubſtantiellen oder accidentellen Eigenſchaften gehöre. Eine gewiſſe Claſſe ſolcher Kräfte, von denen ſich weiter keine Urſache angeben ließ, führte den Namen der **verborgenen Eigenſchaften** (qualitates occultae). Die Abneigung der Natur gegen die Leere (vis attractiva ex metu vacui), und die plaſtiſche Kraft, aus welcher man die Entſtehung der Formen organiſirter Körper erklärte, ſind Beyſpiele hievon. Zwar hatten ſchon die griechiſchen Weltweiſen ſolche ſeelenartige Kräfte (ποιοτητας, welches Cicero durch qualitates überſetzt) nicht als Beſchaffenheiten der Körper, ſondern als Ausflüße des Weltgeiſtes in den Theilen der Körper angenommen, ſ. **Materie**. Die Scholaſtiker aber bildeten daraus eine Phyſik, welche die tiefſte Unwiſſenheit unter leeren Worten verbarg, dennoch aber den Eigendünkel nährte, von der Erfahrung abzog und in unabſehliche logiſche und metaphyſiſche Streitigkeiten verwickelte.

In dieſen traurigen Zuſtand war die Naturlehre blos durch den Fehlſchluß verſunken, daß alle Erſcheinungen der Körper etwas eignes in denſelben vorhandenes vorausſetzten, das mit den Erſcheinungen völlig homogen ſey. Man ſahe das Waſſer in die leeren Räume der Spritzen und Pumpen dringen, und ſchloß, es ſey eine eigne Kraft in demſelben, leere Räume auszufüllen. Man legte dieſe Kraft der ganzen Natur bey, weil man fand, daß auch andere Körper gegen leere Räume getrieben wurden. Man hielt die Farbe, die man am Körper ſahe, für eine eigne mit der Farbe ganz übereinſtimmende Beſchaffenheit des Körpers oder der Oberfläche ſelbſt u. ſ. w. Die Experimentaluntersuchung zerſtörte endlich dieſes ſcholaſtiſche Gebäude, und bewieß, wie übereilt es ſey, vom Scheine auf gleichartige Wirklichkeit zu ſchließen.

Unter dieſen verborgnen Eigenſchaften der Scholaſtiker hatte ſich auch eine ſogenannte **anziehende Kraft** befunden, die von **Descartes** mit den übrigen verborgnen Qualitäten aus der Phyſik verbannt worden war. Als nun

Newton ſein Syſtem der Gravitation bekannt machte, glaubten die Anhänger des Descartes, in demſelben dieſe ſcholaſtiſche Qualität von neuem aufleben zu ſehen. Auch verwandlet ſich die newtoniſche Gravitation in eine ſolche Qualität, ſobald man ſie als letzte Urſache der Erſcheinungen betrachten und für eine weſentliche Eigenſchaft der Materie annehmen will. Einige Schüler Newtons waren ſo kühn, dieſes zu thun, und haben dadurch dem Fortgange der guten Sache eine lange Zeit geſchadet, ſ. Attraction, Gravitation. Endlich ward man durch allzuviel Erfahrungen überzeugt, daß ſich die Gravitation, als allgemeines Phänomen, gar nicht in Zweifel ziehen laſſe, und daß der Name gleichgültig ſey, wenn man ſich nur nicht einbilde, dadurch die Sache ſelbſt zu kennen. Man braucht alſo die Gravitation ohne Bedenken als Benennung eines durch unzählbare Erfahrungen bewieſenen Naturgeſetzes, geſteht aber aufrichtig, daß man damit noch nicht glaube die letzte Urſache angezeigt zu haben. Eine völlig gleiche Bewandniß hat es mit den chymiſchen Verwandtſchaften, mit dem Anziehen und Zurückſtoßen elektriſcher und magnetiſcher Wirkungskreiſe ꝛc. und am Ende mit den allermeiſten Naturgeſetzen, welche eine große Menge von Phänomenen zuſammenfaſſen. Die Geſetze ſelbſt ſind aus der Erfahrung unwiderſprechlich erwieſen: die Namen Gravitation, Verwandtſchaft, Anziehen, Zurückſtoßen, Binden, Freylaſſen u. ſ. w. ſind unentbehrlich, um die Geſetze auszudrücken; aber dieſe Namen für das Weſen der Sache ſelbſt, für wirkliche mit den Erſcheinungen homogene Eigenſchaften der Materie anſehen und die letzten Urſachen der Naturbegebenheiten in ihnen ſuchen, das hieße ganz im Geiſte der ſcholaſtiſchen Phyſik erklären.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. I. §. 41 ſqq.

Queckſilber, Mercurius, Hydrargyrus, Argentum vivum, *Mercure*, *Vif-argent*. Ein im Feuer nicht beſtändiges, bey der gewöhnlichen Temperatur der Atmoſphäre ſchon flüßiges Metall, von einer ſehr glänzenden Silberfarbe. Seine Flüßigkeit im gewöhnlichen Zuſtande hindert, die Begriffe von Dehnbarkeit und Zähigkeit dar

auf anzuwenden, daher es auch ſonſt zu den undehnbaren oder Halbmetallen gerechnet ward. Seitdem man es im feſten Zuſtande beobachtet, und unter dem Hammer ſtreckbar gefunden hat, wird es allgemein zu den Metallen gerechnet.

Das Queckſilber iſt unter allen Metallen nächſt der Platina und dem Golde das ſchwerſte. Sein eigenthümliches Gewicht iſt 13,590 — 14mal größer, als das Gewicht des Waſſers: Queckſilber, welches **Boerhaave** durch 511 Deſtillationen gereinigt hatte, ſoll nach **Muſſchenbroek** ſogar ein eigenthümliches Gewicht von 14,110 gezeigt haben. Es iſt alſo die ſchwerſte flüßige Materie, mit welcher ſich bey der gewöhnlichen Wärme der Luft Verſuche anſtellen laſſen.

Die ungemeine Leichtflüßigkeit oder Schmelzbarkeit dieſes Metalls, vermöge welcher es auch bey großer Kälte noch flüßig bleibt, verleitete ſonſt zu glauben, es ſey weſentlich flüßig, und laſſe ſich im metalliſchen Zuſtande nie als ein feſter Körper darſtellen. Endlich lehrten die im Jahre 1759 angeſtellten Verſuche der Akademiſten zu Petersburg, beſonders des Profeſſors **Braun**, das Gegentheil, indem ſie bewieſen, daß zum Feſtwerden des Queckſilbers nichts weiter, als ein hinreichender Grad der Kälte gehöre. Die Umſtände dieſer Verſuche ſind bey dem Worte **Gefrierung** angeführt. Man irrte ſich jedoch damals über den hiezu nöthigen Grad der Kälte, indem man dieſen Grad aus der Zuſammenziehung des Queckſilbers ſelbſt ſchloß, welche im Augenblicke des Feſtwerdens ungewöhnlich ſtark wird, ohne darum eine größere Kälte anzuzeigen. Dieſer Umſtand veranlaßte die Beſtimmung des Gefrierpunkts vom Queckſilber auf 500 Grad der deliſliſchen oder — 352 der fahrenheitiſchen Scale. Neuere Verſuche aber, welche bey dem Worte **Gefrierung** nachzuſehen ſind, haben gezeigt, daß das Queckſilber ſchon bey einer Kälte feſt werde, welche durch — 39 Grad der fahrenheitiſchen Scale (d. i. 32 Grad nach Reaumür, und 210 Grad nach de l'Jsle) ausgedrückt wird.

In dieſem feſten Zuſtande gleicht das Queckſilber dem feinſten polirten Silber, läſt ſich hämmern und mit dem

Meſſer ſchneiden, und giebt einen dumpfen Schall, wie das Bley. Durch einen Fall von drey Schuh Höhe wurde eine kugelförmige Maſſe deſſelben platt. Auch ſchien es biegſamer, als Bley und reines Gold (Nov. Comment. Acad. Petropol. To. XI, p. 302 ſqq.).

Im gewöhnlichen Zuſtande iſt dieſes Metall, wenn man es wohl gereiniget hat, ungemein flüßig und theilbar. Es läſt ſich in ſehr feine Theilchen zertrennen, welche die genauſte Kugelgeſtalt annehmen. Man kan es durch die engſten Zwiſchenräume gewiſſer Körper, beſonders des weichen Leders, durch bloßes Drücken oder Quetſchen hindurchtreiben, und bedient ſich dieſes Mittels gewöhnlich, um es von dem Staube und Schmutze zu reinigen, der ſich an ſeine Oberfläche, wenn ſie der Luft ausgeſetzt iſt, häufig anhängt, und den natürlichen Glanz derſelben verdunkelt. Nach dieſer Reinigung erhält es dieſen vorzüglich ſchönen Glanz wieder, und zeigt eine ungemeine Flüßigkeit und Beweglichkeit. Seine Theile ſcheinen ſich ſtark untereinander anzuziehen; daher es in irdenen, gläſernen und andern Gefäßen, an deren Subſtanz es nicht anhängt, eine convexe Oberfläche annimmt, und in Haarröhrchen niedriger ſteht, als auſſer denſelben, ſ. **Haarröhren.**

Seine Flüchtigkeit iſt ſo groß, daß es bey einer Wärme von 600 Grad nach Fahrenheit kocht, und ſobald man dieſe verſtärkt, in Dämpfe verwandlet wird, ohne jedoch ſeine metalliſchen Eigenſchaften zu ändern. Denn dieſe Dämpfe in verſchloßnen Gefäßen aufgefangen, zeigen ſich, ſobald ſie kühler werden, als Queckſilber wieder. Dieſe Unveränderlichkeit beym Deſtilliren iſt ſo groß, daß **Boerhaave** 18 Unzen Queckſilber nach 511 Deſtillationen weiter nicht verändert fand, als daß ſie reiner, mithin flüßiger und ſpecifiſch ſchwerer waren.

Geringere Grade der Wärme thun weiter keine Wirkung auf das Queckſilber, als daß ſie es, wie andere Körper, ausdehnen. Dieſe Ausdehnung ſchreitet hier in einem ſo regelmäßigen, dem Zunehmen der Wärme ſelbſt proportionirten Gange fort, daß man vornehmlich aus dieſer Urſache das Queckſilber für die ſchicklichſte Materie zur Meſ-

ſung der gewöhnlichen Grade fühlbarer Wärme erkennen muß, wozu es auch ſeit Fahrenheits Zeiten allgemein gebraucht wird, ſ. **Thermometer.** Die Verſuche haben gelehrt, daß es durch Veränderung der Wärme vom Eispunkte bis zum Siedpunkte des Waſſers, um 0,014 ſeines Volumens ausgedehnt wird.

Es iſt ſehr ſchwer, dieſes Metall zu verkalken, weil es bey jeder ſeinen Siedpunkt überſteigenden Hitze ſogleich verflüchtiget wird, und im freyen Feuer ganz verlohren geht. Setzt man es aber in einem nicht genau verſchloßnen Glaſe, wozu die Luft noch einigen Zutritt hat, mehrere Monate oder Jahre lang der Hitze, worinn es blos ſiedet, aus, ſo verwandlet es ſich endlich in ein hochrothes glänzendes Pulver, welches ſehr uneigentlich **für ſich niedergeſchlagnes Queckſilber** (Mercurius praecipitatus per ſe), beſſer **ohne Zuſatz bereiteter Queckſilberkalk** genannt wird. Daß man dieſem Queckſilberkalke in verſchloßnen Gefäßen durch die bloße Hitze ohne Zuſatz von Phlogiſton die metalliſche Geſtalt wiedergeben könne, und dabey ſehr viel reine Luft erhalte, iſt ſchon bey dem Worte **Gas, dephlogiſtiſirtes** (Th. II. S. 373.) bemerkt worden. Dieſer Kalk iſt weit feuerbeſtändiger, und um ein Zehntheil ſchwerer, als das Queckſilber, woraus er bereitet iſt.

Die Vitriolſäure löſet eigentlich nur verkalktes Queckſilber auf, alſo das rohe nur, wenn ſie ſehr concentrirt iſt, und mit Hülfe der Hitze. Die Auflöſung giebt abgeraucht den **Queckſilbervitriol**, der ganz trocken in heiſſes Waſſer geworfen, ein ſchwefelgelbes Pulver, den **mineraliſchen Turbith**, fallen läßt.

Die Salpeterſäure hingegen löſet das Queckſilber ungemein leicht, und im Kühlen ohne merkliches Brauſen, auf. Aus dieſer Auflöſung wird es vom fixen Laugenſalze gelb, vom flüchtigen grau, von der Vitriolſäure oder vitrioliſchen Mittelſalzen als ein Turbith, von der Salzſäure, die ſich damit verbindet, als **weiſſes Queckſilberpräcipitat**, vom Kupfer in metalliſcher Geſtalt niedergeſchlagen. Wird bey der Auflöſung ſtarke Hitze angewendet, ſo entwickelt ſich eine anſehnliche Menge nitröſes Gas, die Auf-

löſung wird ſehr ſcharf, und es ändern ſich die Farben der Niederſchläge. Läſt man die ſalpeterſaure Queckſilberauflöſung bis zur Trockenheit abdampfen, ſo erhält man ein weißes Salz, das über dem Feuer eine große Menge Salpeterluft giebt, und ſeine Farbe ſtufenweis durch Gelb und Orange bis zum hohen Roth ändert. Alsdann heiſt es, wieder ſehr uneigentlich, **rothes Präcipitat** (Mercurius praecipitatus ruber), zeigt keine Spur von Salpeterſäure mehr, und iſt in ſeinen Eigenſchaften dem ohne Zuſatz bereiteten Queckſilberkalke ähnlich.

Die Salzſäure greift das Queckſilber nur im dephlogiſtiſirten Zuſtande an. Beyde als Dämpfe verbunden, geben den **ätzenden Sublimat** (Mercurius ſublimatus corroſivus), der wegen ſeiner äuſſerſt ätzenden Beſchaffenheit unter allen Giften das ſchrecklichſte iſt. Dieſe groſſe Aetzbarkeit mag wohl daher rühren, weil ſich die Salzſäure des Sublimats noch im dephlogiſtiſirten Zuſtande befindet, und daher das Phlogiſton aus allen Körpern mit großer Gewalt an ſich reißt, ſ. Kauſticität. Die gewöhnliche Bereitung des Sublimats geſchieht ſo, daß man 2 Theile von der zur Trockne abgedunſteten ſalpeterſauren Queckſilberauflöſung, 3 Theile calcinirten Eiſenvitriol und eben ſoviel Küchenſalz zuſammen ſublimirt. Durch die Wirkung des Feuers geht die Salpeterſäure davon, die Vitriolſäure aber verbindet ſich mit dem Alkali des Küchenſalzes, und macht davon die Salzſäure los, welche ſich mit dem freygewordenen Queckſilber in Dampfgeſtalt vereiniget. Durch eine neue Sublimation mit mehr Queckſilber verliert der ätzende Sublimat ſeine zerfreßende Eigenſchaft, und verwandlet ſich in das **verſüßte Queckſilber** (Mercurius ſublimatus dulcis), welches im Waſſer faſt unauflöslich, weniger flüchtig und ohne Geſchmack iſt.

Mit dem Schwefel läſt ſich das Queckſilber ſchon durch bloßes Zuſammenreiben, noch beſſer aber durch Schmelzung des Schwefels, vermiſchen. Man erhält dadurch ein ſchwarzes Pulver, den **mineraliſchen Mohr** oder **Queckſilbermohr** (Aethiops mineralis). Die Sublimation dieſes Mohrs vereiniget beyde Materien noch genauer, und

bildet den **Zinnober**, eine dunkelrothe nadelförmig-angeſchoſſene Maſſe, welche durchs Feinreiben eine ſehr ſchöne rothe Farbe erhält. Dieſer künſtliche Zinnober iſt dem natürlichen vollkommen ähnlich; nur hat der leztere eine höhere Farbe, welche von einem geringern Verhältniße des Schwefels herrührt.

Das Queckſilber iſt im Zinnober mit dem Schwefel ſo genau verbunden, daß die bloße Wirkung des Feuers dieſe Verbindung nicht zu trennen vermag. Sezt man aber ein Zwiſchenmittel hinzu, das mit dem Schwefel mehr Verwandtſchaft hat, z. B. Kalkerden, fixe Laugenſalze, Eiſen, Kupfer, Bley, Spießglaskönig, ſo läſt ſich das Queckſilber durch die Deſtillation abſcheiden, und geht in metalliſcher Geſtalt über, indem der Schwefel mit dem Zuſatze verbunden, in der Retorte zurückbleibt. Dieſe Arbeit heißt das **Lebendigmachen des Queckſilbers** (Revivificatio Mercurii). Man ſieht dieſes aus dem Zinnober wieder lebendig gemachte Queckſilber mit Recht als das reinſte an, deſſen man ſich in der Arzneykunde, den Künſten, und bey den phyſikaliſchen Verſuchen überall, wo reines Queckſilber erfordert wird, bedienen muß.

Gegen erdigte Subſtanzen und Metallkalke verhält ſich das Queckſilber, wie jedes geſchmolzene Metall; es läſt ſich nemlich auf keine Weiſe mit ihnen in Verbindung bringen. Ganz leicht aber verbindet es ſich mit den Metallen ſelbſt, und am leichteſten mit dem Golde und Silber, ſ. **Amalgama**. Man nennt die Verbindung oder Auflöſung eines Metalls mit Queckſilber das **Verquicken** (Amalgamatio). Sie geſchieht entweder durch bloßes Zuſammenreiben in einem gläſernen oder ſteinernen Mörſel, oder durch Schmelzung des Metalls und Zumiſchung des Queckſilbers. Mit dem Kupfer geht dieſe Verbindung ſchwer von ſtatten, noch ſchwerer und unvollkommner mit dem Spießglaskönig, Eiſen und Arſenikkönig, und beym Nickel- und Kobaltkönig ſcheint ſie gar nicht ſtatt zu finden. Man bedient ſich der Verquickung des Zinns zu Belegung der Glasſpiegel, und der des Goldes und Silbers zu den Vergoldungen und Verſilberungen im Feuer.

Um Gold und Silber aus Steinarten abzuſcheiden, worinn ſie ſich eingeſprengt befinden, werden die Erze, nachdem ſie gepocht und gewaſchen ſind, in den Quickmühlen mit Queckſilber und Waſſer gemahlen. Von dem erhaltenen Amalgama wird der gröſte Theil des Queckſilbers vermittelſt des Durchpreſſens durch Leder, wobey die andern Metalle nicht mit durchgehen, wieder abgeſondert, und das übrige durch eine Deſtillation abgeſchieden. So werden dieſe Metalle ſchon längſt aus den reichen Gold- und Silbergruben im ſpaniſchen Amerika erhalten, und es iſt allgemein bekannt, mit welchem Vortheile Herr von Born dieſe Behandlung, die den Namen der Quickarbeit führt, neuerlich in den Bergwerken der kaiſerlich-königlichen Staaten nachgeahmt hat.

Das Queckſilber wird oft mit Bley oder Zinn, womit es ſich ſo leicht verbinden läſt, verfälſcht. Man reinigt es davon, wenn man es durch Leder preßt. Der Wismuth aber hat die Eigenſchaft, das im Queckſilber enthaltene Bley und Zinn ſo fein zu zertheilen, daß es mit durch die Zwiſchenräume des Leders durchgeht. In dieſem Falle muß man ſich der Deſtillation bedienen; denn daß auch hiebey das Queckſilber andere Metalle mit ſich überführe, iſt wenigſtens noch nicht erwieſen. Das ſicherſte bleibt immer, ſich des aus Zinnober lebendig gemachten Queckſilbers zu bedienen.

Durch Zuſammenreiben mit fetten und ölichten Materien zertheilt ſich dieſes Metall ſehr fein, und vereinigt ſich mit dem Fette ſo, daß es dem Scheine nach ganz verſchwindet, und eine Maſſe von ſchwärzlicher Bleyfarbe, die Queckſilberſalbe, ausmacht. Es geht dabey nicht blos eine feine mechaniſche Zertrennung, ſondern zum Theil eine eigentliche chymiſche Verbindung und Veränderung der gemiſchten Stoffe vor.

Man findet das Queckſilber zuweilen rein und gediegen, theils lebendig und fließend, theils in Schiefern und anderm Geſtein eingeſprengt, wie z. B. in Idria im Herzogthum Krain, bey Montpellier, Florenz ꝛc. Mit dem gediegnen Queckſilber finden ſich zuweilen Wismuth und

Silber amalgamirt. Die gröſte Menge des Queckſilbers aber iſt in der Erde durch Schwefel vererzet, und erſcheint alſo als **Bergzinnober** theils locker, theils verhärtet, unter mancherley Geſtalten und Farben, nach Beſchaffenheit der übrigen Beymiſchungen. Man findet es auch mit der Vitriol- und Salzſäure zugleich verbunden in kleinen würflichten Kryſtallen, welche einen Spiegelglanz haben, und ſich im Waſſer auflöſen, als Hornqueckſilber oder gediegnen Sublimat (ſ. *Peter Woulfe* in d. Philoſ. Transact. Vol. LXVI. Part. 2. überſ. Verſuche über die innere Miſchung einiger Mineralien, Leipzig, 1778. 8.).

Auſſer dem häufigen Gebrauche, der vom Queckſilber und ſeinen Bereitungen in der Arzneykunde und den Künſten gemacht wird, iſt dieſes Metall auch dem Phyſiker zu Veranſtaltung vieler Verſuche und Abmeſſungen wichtig. Als die ſchwerſte flüßige Materie giebt es ein bequemes Mittel, die Gröſze des Drucks anderer Flüßigkeiten, und beſonders des Luftkreiſes, durch eine Säule von mäßiger Höhe abzumeſſen, ſ. **Barometer**; weil es ſtarke Veränderungen der Wärme ohne ſonderliche Unregelmäßigkeiten ſeiner Ausdehnung aushält, und ſich nach gehöriger Reinigung faſt immer gleich iſt, giebt es ein ſchickliches Maaß der fühlbaren Wärme ab; und die Unauflöslichkeit in einigen Säuren, die es im metalliſchen Zuſtande zeigt, macht es geſchickt, ſaure Gasarten zu ſperren, die ſich mit dem Waſſer vermiſchen würden. Da es alſo für den Phyſiker ſehr wichtig iſt, reines Queckſilber zu beſitzen und zu erhalten, ſo will ich noch etwas von den Reinigungsmitteln deſſelben beyfügen.

Die Kennzeichen eines reinen Queckſilbers ſind: 1. Wenn es ſich auf reinem Papier vollkommen flüßig zeigt, und in völlig runde Kügelchen zertheilt, ohne anzuhängen, oder Schmutz zurückzulaſſen. Das mit andern Metallen verfälſchte Queckſilber fließt nicht ſo willig; die Theile ſind nicht rund, ſondern ziehen gleichſam einen Schweif nach ſich. 2. Wenn es kein trübes oder farbiges Häutchen auf der Oberfläche zeigt. 3. Wenn es mit Waſſer im Mörſel gerieben, das Waſſer nicht ſchmutzig macht. 4. Wenn es

in einem eiſernen Löffel über Kohlen gehalten, bis zum Kochen nicht brauſet und ausſpritzt. 5. Wenn es in Salpeterſäure oder Scheidewaſſer aufgelöſet, keinen ſchmutzigen Bodenſatz macht.

Um das Queckſilber von Staub und Schmutz zu reinigen, drückt man es durch Leder, oder wäſcht es auch mit wohl rectificirtem Weingeiſt, und wenn ſich alkaliſche Materien darunter befinden, mit Weineſſig ab. Fette Materien hinwegzunehmen, dient das Waſchen mit Seifenwaſſer, oder einer ſcharfen Lauge. Iſt es mit Bley oder Wismuth verfälſcht, ſo kan man es kaum anders, als durch die Deſtillation reinigen. Die beſte Methode hiezu iſt, es durch Zuſammenreiben mit Schwefel in einen mineraliſchen Mohr zu verwandlen, und denſelben mit einem Zuſatze von doppelt ſo viel ungelöſchtem Kalk der Deſtillation zu unterwerfen, wodurch man das lebendiggemachte Queckſilber wiedererhält. Prieſtley empfiehlt ſtatt dieſes etwas umſtändlichen Verfahrens ein kürzeres, nemlich das Queckſilber in einer gläſernen Flaſche zu ſchütteln, wobey es gemeiniglich eine ſchwarze bleyiſche Materie abſetzt, und mit dieſem Schütteln anhaltend und ſtark ſo lange fortzufahren, bis es in der Flaſche, wie Schrot, raſſelt und nichts mehr abſetzt.

In den Barometerröhren muß auch das Queckſilber von der Luft, die ſich theils beym Einfüllen dazwiſchen mengt, theils am Glaſe anhängt, nothwendig durch Kochen befreyt werden, ſ. Barometer (Th. I. S. 254 u. f.).

Macquer chymiſches Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Queckſilber.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſique, art. *Mercure.*

Hagen Grundriß der Experimentalchemie, Königsb. und Leipz. 1786. gr. 8. §. 136 u. f.

Quellen, Fontes, *Sources*, *Fontaines.* Dieſen Namen führen die Ausgänge oder Ausbrüche des unter der Erdfläche befindlichen Waſſers, aus welchen daſſelbe hervorbringt, und durch ſeinen Fortgang und ſein Zuſammenfließen Bäche und Flüße bildet. Da das Waſſer beym Fort-

gange auf der Oberfläche blos den Geſetzen der Schwere folgt, ſo müſſen die Orte, wo Bäche und Flüße aus Quellen entſpringen, ſämtlich weit höher, als das Meer, liegen. Auch finden ſich alle Quellen an Bergen, wenigſtens doch an ſanft aufſteigenden Anhöhen.

Dem Meere wird der Verluſt, den es durch die Ausdünſtung unaufhörlich leidet, von den Flüßen wieder erſetzt; dieſe aber erhalten die erſtaunliche Menge von Waſſer, die ſie dem Meere zuführen, gröſtentheils aus den Quellen. Hiedurch entſteht eine Art von Kreislauf des Waſſers, wobey nur noch die wichtige Frage übrig bleibt, woher die Höhen den Zugang von Waſſer bekommen, durch den ihre Quellen hervorgebracht und unterhalten werden. Da das Waſſer, als eine ſchwere flüßige Materie ſtets die niedrigſten Stellen ſucht, ſo bedarf es beſondere Veranſtaltungen der Natur, um ſolche Mengen deſſelben, als von den höchſten Gegenden unabläßig ausgetheilt werden, bis an die Orte der Quellen zu erheben. Dieſe Frage über den Urſprung der Quellen iſt ſehr verſchieden beantwortet worden.

Ariſtoteles (Meteor. L. I. cap. 13.) führt ſchon mehrere Meinungen hierüber an, ſcheint aber doch derjenigen den Vorzug zu geben, nach welcher Berge und hohe Orte das Regenwaſſer und andere wäßrichte Theilchen einziehen, und in Behälter einſchließen. Er ſetzt noch hinzu, daß vielleicht auch die Luft dieſer Behälter mit in Waſſer verwandlet werde. Seneca (Quaeſt. natur. L. III. c. 9.), der eben dieſes annimmt, fügt ſogar eine Verwandlung der Erde in Waſſer hinzu, um den reichlichen Zugang der Quellen noch begreiflicher zu machen. Lukrez (De natur. rer. VI. v. 633 ſq.) leitet die Entſtehung der Flüße aus einem Durchſeihen des Meerwaſſers her. Vitruv aber (De architectura, L. VIII. cap. 1.) ſucht den Urſprung der Quellen blos in dem Regen- und Schneewaſſer, welches in die Erde ſo lang eindringe, bis es durch Stein- Erz- oder Thonlager aufgehalten und genöthiget werde, ſeitwärts abzufließen, und ſich Oefnungen nach auſſen zu machen. Oft könne ſich das Regenwaſſer auf den Bergen ſammlen und eine Zeitlang aufhalten, wodurch das tiefere Eindringen beför-

dert werde: dies gelte auch vom Schnee, der ſich beſonders auf den Bäumen der Gebirge häufig anſammle, und nur langſam ſchmelze.

Dieſe Meinung des Vitruv hat Mariotte (Traité du mouvement des eaux et des autres corps fluides in den Oeuvres de *Mariotte*. à Leide, 1717. 4. To. I. p. 326 ſqq.) angenommen, und durch eine Berechnung wahrſcheinlich zu machen geſucht, daß das Regen- und Schneewaſſer vollkommen hinreichend ſey, alle Quellen und Flüße zu unterhalten. Er zeigt aus Beobachtungen, daß in der Gegend von Dijon der ganze herabfallende Regen auf jeder Fläche jährlich eine Höhe von 17 Zoll einnehmen würde, wofür er jedoch nur 15 Zoll annehmen wolle. Demnach werden auf eine franzöſiſche Quadratmeile (die Meile zu 2300 Toiſen gerechnet) jährlich $15.72^2.2300^2$ Cubikzoll, d. i. $15.3.2300^2$ $= 238050000$ Cubikfuß Waſſer fallen. Nun ſetzt er die Quellen der Seine 60 Meilen oberhalb Paris, und nimmt die Breite der Grenzen, in welchen die kleinen Flüße und Bäche, die der Seine Waſſer geben, enthalten ſind, 50 Meilen an, ſo daß die ganze Fläche, von der die Seine bis Paris Waſſer empfängt, 3000 Quadratmeilen beträgt. Auf dieſe Fläche fallen jährlich nach obiger Rechnung an Waſſer

$3000.238050000 = 714150$ Millionen Cubikfuß.

Er hatte aber durch Ausmeſſungen gefunden, daß die Seine jährlich unter dem Pont royal in Paris nur 105120 Millionen Cubikfuß Waſſer hindurchführe, welches noch nicht den ſechſten Theil des berechneten Regen- und Schneewaſſers beträgt. Nimmt man alſo auch an, daß vom Regenwaſſer ein Drittel wieder verdünſte, und ein Drittel zur Nahrung der Thiere und Pflanzen verbraucht werde, ſo bleibt doch dieſer Rechnung nach das letzte Drittel zu Unterhaltung der Flüße mehr als zureichend. Hiernächſt beruft ſich Mariotte auf die Erfahrung, daß die meiſten Quellen mehr oder weniger Waſſer geben, je nachdem es mehr oder weniger regnet, viele auch bey großer Dürre ganz vertroknen, oder doch beträchtlich vermindert werden. Er glaubt, das Regenwaſſer dringe in die Erde durch kleine hohle Canäle und

Ritzen, dergleichen man auch beym Graben der Brunnen wirklich antrift, und werde endlich durch undurchdringliche Felslager aufgehalten, und irgendwo auszubrechen genöthiget.

Dieſer an ſich nicht unwahrſcheinlichen Meinung hat man dennoch vieles entgegengeſetzt. Schon Seneca bemerkt, das Regenwaſſer dringe kaum 10 Fuß tief in die Erde ein. Perrault (Oeuvres diverſes. To. II. p. 787 ſqq.) und vorzüglich de la Hire (Mém. de l'Acad. roy. de Paris 1703. p. 68 ſqq.) haben eben dies durch mehr Verſuche beſtätiget. Der letztere grub eine Schüſſel 8 Fuß tief unter der Erde ein, ſo daß ſie ein wenig ſchief lag, und aus ihrer niedrigſten Stelle eine 12 Fuß lange Bleyröhre in einen Keller gieng. Aus dieſer Röhre kam in einer Zeit von 15 Jahren kein Tropfen Waſſer. Eine andere Schüſſel mit 8 Zoll hohen Wänden, deren Oberfläche 64 Quadratzoll betrug, ward nur 8 Zoll tief an einem weder der Sonne noch dem Winde ausgeſetzten Orte eingegraben, der von allen den Durchgang hindernden Pflanzen gereiniget war. Auch dieſe gab vom 12 Jun. bis zum folgenden 29 Febr. kein Waſſer, und dann nur ein wenig, nachdem es geregnet hatte, und darauf ein ſtarker Schnee gefallen war. Eben dieſe Schüſſel, 16 Zoll tief eingegraben, gab auch nach dem ſtärkſten Regen kein Waſſer; und als er Pflanzen darüber ſetzte, vertrokneten dieſelben aus Mangel der Feuchtigkeit. Aus dieſem allen ſchließt de la Hire, daß das Regenwaſſer in ein mit Pflanzen beſetztes Erdreich nicht über zween Fuß eindringe, es müſte denn der Boden kieſicht oder mit kleinen Steinen vermengt ſeyn; daher nur ſehr wenige Quellen vom Regen- und Schneewaſſer entſtehen könnten. Auch Perraults Unterſuchungen zeigen, daß das Erdreich auf Hügeln und Flächen ſelbſt vom ſtärkſten anhaltenden Regen nicht über zween Fuß tief durchdrungen werde. Mariotte aber ſucht dieſem ſchon von Seneca vorgebrachten Einwurfe dadurch zu begegnen, daß er das rohe Erdreich von dem angebauten unterſcheidet, in welchem der Anbau die kleinen Canäle zerſtöre. Er beruft ſich auf die Adern, welche man beym Brunnengraben antrift, und auf

die Wände der Keller der pariſer Sternwarte, aus denen nach ſtarkem Regen Waſſer herabläuft. Man hat auch wirklich Beyſpiele davon, daß an manchen Orten das Regenwaſſer tiefer, als an andern, eindringt.

Sedileau (Mém. de l'acad. roy. de Paris, 1693. p. 117 ſqq.) beſtreitet die von Mariotte gemachte Berechnung. Er erklärt die Breite der Gegend von 50 Meilen, deren Waſſer zu Unterhaltung der Seine dienen ſoll, für ganz willkührlich angenommen, und meint, wenn man ſo rechnen wollte, ſo könnte man Flüße finden, deren Waſſer nicht den dreyßigſten Theil des Regenwaſſers ihrer Gegend abführte, dagegen ſie an andern Orten ſo dicht zuſammen lägen, daß alles Regen- und Schneewaſſer der Gegend zu ihrer Unterhaltung viel zu wenig ſeyn würde. Um richtig zu rechnen, müſte man eine Inſel, z. B. England und Schottland, wählen, um das auf ihre Fläche fallende Regenwaſſer mit dem, was ſich durch die Mündungen aller ihrer Flüße ins Meer ergießt, zu vergleichen. Sedileau findet nach einem Ueberſchlage, den er auf einige Sätze des Riccioli (Geogr. reform. L. X. c. 7.) gründet, aber ſelbſt nicht für zuverläßig hält, daß auf England und Schottland kaum halb ſoviel Waſſer aus der Luft falle, als zu Unterhaltung ihrer Flüße nöthig ſey.

Endlich iſt zwar nicht zu längnen, daß viele Quellen mehr Waſſer geben, wenn es ſtark geregnet hat, und daß in dem wüſten Arabien und einem Theile von Afrika, wo es nie regnet, die Quellen und Flüße ſelten ſind. Allein es giebt auch viele Quellen, welche zu allen Jahrszeiten gleich viel, oder wohl gar in großer Hitze mehr Waſſer geben, als bey naſſer Witterung. Zudem ſind beträchtliche Quellen und ſtehende Gewäſſer auf hohen Bergen, welche ihren Urſprung unmöglich ganz vom Regen und Schnee haben können. Es ſcheint alſo wenigſtens auſſer dieſer Urſache der Quellen noch mehrere zu geben.

Halley (Of the circulation of the watry vapours of the ſea and the cauſe of ſprings in den Philoſ. Trans. num. 102. p. 468.) hält den Regen und Schnee für unzureichend, und leitet dagegen die Quellen von den aus dem Meere auf-

geſtiegnen Dünſten her, welche von den Winden gegen die Gebirge des feſten Landes geführt, daſelbſt aber durch die Kälte verdichtet und wieder in tropfbares Waſſer verwandlet werden. Er gründet ſich auf eine Berechnung der Ausdünſtung des mittelländiſchen Meeres (Philoſ. Trans. num. 159.), nach welcher dieſelbe die dünſtende Fläche täglich um $\frac{1}{10}$ Zoll erniedrigen, und über dreymal ſoviel austragen ſoll, als die in dieſes Meer laufenden großen Ströme demſelben Waſſer zuführen. Allein es iſt hiebey die Waſſermenge dieſer Ströme viel zu gering angeſetzt, wie aus dem oben beym Worte Meer beygebrachten erhellen wird. Inzwiſchen hält Halley dieſe Ausdünſtung für zureichend zu Erklärung des ganzen Phänomens, und glaubt, das Waſſer ſowohl, als ein Theil der Dünſte dringe durch die Steinklüfte in die Hölen der Berge, und laufe, wenn es nicht mehr Platz habe, längſt der Seiten des Gebirges in einzelne Quellen nieder.

Halley bemerkte bey ſeinem Aufenthalte auf der Inſel St. Helena, daß auf dem Gipfel der Berge, 800 Yards über der Meeresfläche, des Nachts bey hellem Wetter die Dünſte ſich ſo ſtark verdichteten, daß er die Gläſer ſeines Fernrohrs von Zeit zu Zeit mit kleinen Tropfen bedeckt fand, und die Näße des Papiers ihn hinderte, ſeine Beobachtungen aufzuſchreiben — eine Erfahrung, die auch Herr Käſtner in der Pläne um Leipzig öfters gemacht zu haben verſichert. Lulofs erzählt hiebey, es werde bey Korhorn, einem Landgute bey Waſſenaer, Waſſer von den Dünen zu Künſten geleitet, worunter auch eine Waſſerblaſe ſey, die bey langer Dürre zwar ſtill ſtehe, aber bey bevorſtehendem Regen ſchon zu quellen anfange, ehe es noch regne, weil ſich die überflüßige Feuchtigkeit der Luft an den Dünen niederſchlage. Thun dies ſchon ſo niedrige Sandhügel, als die Dünen ſind, was muß nicht bey hohen Bergen erfolgen, deren Gipfel weit kälter ſind, und mehr Schatten geben?

Man hat zwar gegen dieſe Erklärung des Urſprungs der Quellen den Einwurf gemacht, daß die höchſten Gebirge, z. B. die Alpen in Europa, auf welchen die Donau,

die Rhone, der Rhein und der Po entſpringen, während der ſechs Wintermonate mit hohem Schnee bedeckt ſind, wobey dieſe Entſtehung der Quellen nicht ſtatt findet, und die Flüße verſiegen müſten, da doch die vier genannten Ströme den ganzen Winter hindurch keinen Mangel an Waſſer haben. Allein Herr de Lüc (Unterſuchungen über die Atmoſphäre. Erſter Theil, a. d. frz. Leipz. 1776. gr. 8. §. 155.), an der Stelle, wo er Woodwards Hypotheſe von einem großen unterirdiſchen Waſſerbehälter widerlegt, zeigt unwiderſprechlich, daß dieſe großen Ströme im Winter in der That weit ſchwächer, als im Sommer, ſind, da hingegen die Seine, die ihr Waſſer aus niedrigen Quellen, und größtentheils durch den Regen erhält, im Winter weit mehr, als im Sommer, anſchwillt. In den hohen Gebirgen hören die meiſten Bäche im Winter auf zu fließen, die Quellen nehmen ab und vertrocknen zum Theil, und die Gletſcher geben nur eine geringe Menge Waſſer, welches durch die Wärme des Bodens nach und nach von dem untern Theile des Eiſes abſchmelzt. Mit der Rückkehr des Frühlings ſchmelzt der Schnee am Fuße der Gebirge, und die untern Bäche entſpringen wieder: wenn aber die Sonne vollends ihren höchſten Stand erreicht, ſo ſieht man auf allen Seiten Bäche und Waſſerfälle, die aus den unerſchöpflichen Eisklumpen den ganzen Sommer hindurch mit gleicher Stärke unterhalten werden, und die Flüße anſchwellen. Die Rhone ſteigt auch regelmäßig vom März bis zum Auguſt, und fällt eben ſo in den Wintermonaten. Dieſe Phänomene widerlegen nun zwar die gemachte Einwendung, ſcheinen aber doch die Verdichtung der Dünſte an den Bergen wenigſtens nicht als unmittelbare Urſache der Quellen anzugeben.

Ein andrer Einwurf gegen Halley's Erklärung iſt von der Menge der Quellen hergenommen, die fern von den hohen Gebirgen am Fuße niedriger Hügel entſpringen. Derham (Phyſicotheologie II B. 5 Cap.) führt das Beyſpiel der Quelle bey Upminſter in Eſſex an, welche nicht mehr als 100 Fuß über der Meeresfläche liegt, und ihr reichliches Waſſer aus einem etwa 15 bis 16 Fuß höhern

Hügel zieht. Er ſetzt hinzu, man treffe in der ganzen Grafſchaft Eſſex keine Stelle, die mehr als 400 Fuß Höhe über der Meeresfläche habe, und dennoch ſey eine Menge von Quellen und Bächen vorhanden. Es erhellet aber ſchon aus dem vorigen, daß ſich die Dünſte auch an ſehr niedrigen Anhöhen niederſchlagen können.

Die beyden Erklärungen des **Mariotte** und **Halley** ſind immer die wahrſcheinlichſten, und man kan, wenn man noch das Zerſchmelzen des Schnees hinzunimmt, aus dieſen drey Urſachen ziemlich von der Entſtehung der Quellen und Bäche in allerley Gegenden Rechenſchaft geben. Ich will nun noch einige weniger wahrſcheinliche Hypotheſen beyfügen.

Descartes, deſſen Name nie fehlt, wenn von hypothetiſchen Erklärungen die Rede iſt, ſetzt (Princip. philoſ. P. IV. §. 64 ſq.) unter die Erde eine Menge Hölen, welche durch unterirdiſche Canäle mit der See Gemeinſchaft haben, und mit Meerwaſſer angefüllt werden. Dieſes Waſſer wird durch die unterirdiſche Wärme in Dünſten erhoben, und ſteigt durch die Oefnungen der Gewölbe, womit die Hölen bedeckt ſind, ſehr hoch auf, bis es die Wärme verliert und ſich zu Tropfen verdichtet. Dieſe Tropfen können durch die kleinen Oefnungen nicht wieder zurückkehren, ſie ſammlen ſich alſo in Adern, deren mehrere ſich vereinigen, und als Quellen ausbrechen, einzeln aber in der Tiefe beym Brunnengraben angetroffen werden. Dieſe Hypotheſe iſt von **Rohault** (Phyſ. P. III. c. 10.) umſtändlich vorgetragen, und von **Kühn** (Gedanken vom Urſprunge der Quellen und des Grundwaſſers, Berlin, 1746. 8.) wieder erneuert worden. **Kircher** (Mund. ſubterran. To. I. L. V. c. 1.) giebt den unterirdiſchen Hölen Decken, welche den Helmen der Deſtillirkolben ähnlich ſind, an denen ſich die Dünſte zu Tropfen verdichten, und an den Seiten bis in die daſelbſt befindlichen Behältniße und Canäle ablaufen. So ſoll das Seewaſſer durch eine wirkliche Deſtillation von ſeinem Salze befreyt, und die Urſache der Quellen werden. Nun trift man zwar unter der Erdfläche wirklich große Hölen an, auf deren Boden ſich Waſſer befindet, ſ. **Hölen**: ſie haben

aber weder die Geſtalt, die Kircher vorausſetzt, noch könnten ſich die Dünſte nach Descartes in ihnen ſo hoch erheben, und durch enge Oefnungen ihrer Decken ziehen, ohne ſchon unterwegs verdichtet zu werden und herabzufallen. Es müßte auch, wenn dies der Urſprung der Quellen wäre, das Innere der Berge und der Erde längſt mit dem zurückgelaſſenen Salze des Meerwaſſers ausgefüllt ſeyn.

Perrault (Oeuvres diverſes, To. II. p. 737 ſqq.) leitet den Urſprung der Quellen aus mehrern Urſachen zugleich ab. Er ſchreibt die Flüße blos dem unmittelbar von der Oberfläche ablaufenden Regen- und Schneewaſſer zu, und leitet die Quellen und Brunnen des platten Landes von dem ausgetretenen Waſſer der Flüße ab, welches ſich in die Erde ziehe, in ihren Hölen bleibe, und nach und nach wieder zu den Flüßen zurückkehre. Um aber die Quellen auf den Bergen und über der Oberfläche der Flüße zu erklären, nimmt er die Ausdünſtung zu Hülfe, durch welche das in den Hölen geſammlete Waſſer in die Höhe getrieben und oben wieder verdichtet werde. Dem erſten Theile dieſer Erklärung ſtehet alles dasjenige entgegen, was ſchon gegen Mariottes Hypotheſe wegen der Unzulänglichkeit des Regen- und Schneewaſſers erinnert worden iſt; überdies lehrt der Augenſchein, daß die Flüße aus Quellen, nicht aber dieſe aus jenen, entſtehen.

Ueber den Urſprung einiger Quellen durch Ausdünſtung führt Perrault folgende Beobachtungen an. Auf dem Berge Odmilooſt in Slavonien wurden Steine gebrochen. Als man 10 Fuß tief gekommen war, brach durch die Ritzen ein ſtarker Dunſt mit unglaublicher Geſchwindigkeit hervor, welcher 13 Tage anhielt; aber nach drey Wochen waren alle Quellen des Berges vertrocknet. Eine Meile von Paris hatten die Carthäuſer eine Mühle, der es an Waſſer gebrach, als man eine neue Steingrube in der Gegend angelegt hatte, aus deren Ritzen ein ſtarker Dunſt hervordrang. Die Carthäuſer kauften die Steingrube, verſtopften die Ritzen, und erhielten dadurch die gewöhnliche Waſſermenge wieder. Dieſe Beobachtungen würden es wahrſcheinlich machen, daß hin und wieder einige Quellen

durch Ausdünſtung unterirdiſcher Gewäſſer entſtehen können. Es iſt aber die Frage, ob ſie Glauben verdienen, und mit gehöriger Genauigkeit angeſtellt ſind.

Varenius (Geograph. gener. Cap. 16. Prop. 5.) und **Derham** (Phyſicotheologie, II B. 5 Cap.) leiten den Urſprung der Quellen auch aus dem Meere, aber auf eine andere Weiſe, als Descartes, her. Sie glauben, das Waſſer ſteige bis auf die Spitzen der Berge durch die Adhäſion, wie in Haarröhrchen, Schwämmen, oder in einem Haufen feinen Sandes, der in einer Schüſſel voll Waſſer ſteht. **Kircher**, der dieſe Erklärung ſchon kannte, erläutert ſie durch einen Verſuch mit einem Säulchen von Gyps, das aufrecht ins Waſſer geſtellt, und oben wie eine Schüſſel ausgehölt wird. Das Waſſer ſoll ſich darinn in die Höhe ziehen, und oben in der Hölung ſammlen. Aber dieſer Verſuch iſt von Kirchern erſonnen; das Waſſer ſteigt zwar auf, aber es ſammlet ſich nichts in der gemachten Hölung, wie **Lulofs** durch mehrere Proben gefunden hat. **Perrault** ſetzte eine bleyerne Röhre mit trocknem durchgeſiebten Flußſande gefüllt, aufrecht vier Linien tief ins Waſſer, und fand nach 24 Stunden den Sand 18 Zoll hoch angefeuchtet. Um nun zu ſehen, ob dieſes Waſſer ſeitwärts auslaufen, und Quellwaſſer geben könne, machte er in der Bleyröhre, 2 Zoll über der Oberfläche des Waſſers im Gefäße, eine Oefnung von 7—8 Lin. im Durchmeſſer, brachte eine ſchiefe Seitenrinne mit trocknem Sande an, und legte darunter Löſchpapier, deſſen Ende hervorragte. Allein das Löſchpapier wurde kaum feucht, geſchweige daß ſich ein Abtröpfeln des Waſſers gezeigt hätte. Füllte er die Röhre mit grobem Sand und kleinen Kieſeln, ſo zog ſich die Feuchtigkeit nur 10 Zoll hoch. Nach den Geſetzen der Adhäſion ſteigt zwar das Waſſer in Haarröhren auf, aber es bleibt auch an ihren Wänden feſt hängen, und kan nicht ſeitwärts auslaufen. Auf der Spitze des Tafelbergs am Cap der guten Hofnung entſpringen viele Quellen 1857 Fuß, oder 22284 Zoll über der Meeresfläche. Nun ſteigt in einem Haarrohre vom Durchmeſſer 0,06 Zoll das Waſſer 0,61 Zoll hoch, und in andern verhalten ſich die Höhen des Auſſtei-

gens umgekehrt, wie die Durchmeſſer der Röhren, ſ. **Haarröhren.** Um alſo das Aufſteigen bis zur Spitze des Tafelbergs zu erklären, müſten Haarröhrchen von $\frac{366}{2222840000}$ oder $\frac{1}{808853}$ Zoll angenommen werden. Wie ſollte ferner das Waſſer durch harte Steinlager dringen können? Und müſten nicht endlich, da doch das Quellwaſſer ſüß iſt, alle dieſe Röhrchen längſt mit den zurückgelaſſenen Salztheilen verſtopft, und der Boden des feſten Landes überall mit Salz angefüllt ſeyn, da nach **Marſigli's** Wahrnehmungen jeder Cubikfuß Seewaſſer zwey Pfunde Salz enthält?

Dennoch kan es ſeyn, daß an niedrigen Orten in der Nähe des Meers aus Durchſeihung des Meerwaſſers Quellen entſtehen. Cäſar ließ, als er Alexandrien belagerte, am Ufer Brunnen graben, und fand trinkbares Waſſer (*Hirtius* de bello Alexandr. cap. 8. 9.). So weiß man auch von Quellen, die mit der Ebbe und Fluth abnehmen und ſteigen, dergleichen ſchon **Plinius** (Hiſt. nat. II. 97.) in der Gegend von Cadix und an mehrern Orten in Spanien, **Varenius** (Geogr. gen. Cap. XVII. Prop. 17.) in Wallis und Island, und **Dodart** (*Du Hamel* Hiſt. Acad. reg. ſc. Sect. II. cap. 3. §. 2.) bey Calais erwähnen. **Norwood** (Philoſ. Trans. n. 30. p. 656.) erzählt, daß man auf den bermudiſchen Inſeln Brunnen grabe, die mit dem Meere ſteigen und fallen: ihr Waſſer ſey ſalzig oder friſch, je nachdem die ſeihende Materie dicht ſey: in der Tiefe aber finde man Salzwaſſer. Der **P. Labat** (Voyage aux Isles Franç. de l'Amerique To. V. ch. 13. p. 307.) meldet, man finde in allen ſandigen Bayen ſüſſes Waſſer; wovon auch **Lulofs** Beyſpiele aus der Gegend von Bergenopzoom und ſonſt aus den Niederlanden anführt. **Labat** aber erklärt es für Regenwaſſer, das ſich durch den Sand ſeihe, und wegen ſeiner Leichtigkeit über dem Meerwaſſer ſtehen bleibe, weil man bey tieferm Graben bis an die Fläche des Meeres das ſalzige Seewaſſer wieder finde. Dieſe Erklärung des **P. Labat** iſt auch darum wahrſcheinlich, weil nach den beym Worte **Meer** angeführten Verſuchen das Seewaſſer durch bloßes Filtriren nicht trinkbar wird. Auf alle Fälle aber laſſen ſich aus dem Durchſeihen des Meerwaſſers nur

niedrige Quellen erklären. Der Meinung von Haarröhren kan man nicht ſtatt geben; und durch größere Oefnungen könnte ſich ſüßes Waſſer nicht hoch über das Seewaſſer erheben. Beyder eigenthümliche Gewichte verhalten ſich, wie 103 zu 100; wäre alſo auch das Meer 100000 Fuß tief (welches gewiß bey weitem zu viel iſt), ſo könnte doch eine gleichwiegende Säule ſüſſen Waſſers nie über 103000 Fuß Höhe erreichen, und alſo nur 3000 Fuß über die Meeresfläche ſteigen, da man doch bis auf 12000 und mehr Fuß hoch Quellen findet.

Woodward (Hiſtoria naturalis telluris, Lond. 1695. 8.) ſieht die Erde als eine hole mit einer ungeheuren Menge von Waſſer erfüllte Kugel an, ſ. **Erdkugel** (Th. II. S. 57.). Ihr ganzer Körper erhält ſich immer auf einem beſtändigen Grade der Wärme, der beträchtlich genug iſt, um eine beſtändige Ausdünſtung des großen Waſſerbehälters zu unterhalten. Die Dünſte dringen durch die Schichten der Erdrinde, und verdichten ſich zum Theil wieder. Geſchieht dies erſt in der Höhe, ſo läuft das Waſſer von den hohen Stellen in Bächen ab; geſchieht es aber in Schichten, die dem platten Lande gleich liegen, ſo entſtehen daraus ſtillſtehende Waſſer oder Quellen. Die innere Wärme und die Menge der aufſteigenden Dünſte iſt ſtets einerley: die Verdichtung aber, welche von dem Einfluße der äuſſern Wärme abhängt, iſt nach dem Grade dieſer leztern verſchieden. Herr **de Lüc** (Unterſ. über die Atmoſph. Th. I. §. 154 u. f.) hat ſehr umſtändlich gezeigt, wie ſehr dieſes Syſtem mit den Erfahrungen ſtreite. Wenn die Verdichtung, die ſich nach der äuſſern Wärme richtet, die Urſache der Quellen wäre, ſo müſten die Flüße im platten Lande im Sommer am meiſten anſchwellen, weil ſich alsdann mehr Dünſte unverdichtet in die Luft erheben, und durch den Regen herabfallen; diejenigen hingegen, welche von hohen Bergen kommen, müſten im Winter ſogleich von ihren Quellen an ſehr zunehmen, weil alsdann die Verdichtung auf den hohen mit Schnee bedeckten Bergen ſehr ſchnell und ſtark erfolgen würde. Von allem dieſen aber geſchieht gerade das Gegentheil. Die Bergwaſſer

fließen im Winter ſchwächer, und Flüße, die von neugefallenem Regen und Schnee entſtehen, ſchwellen im Winter mehr, als im Sommer. Herr de Lüc zeigt bey dieſer Veranlaſſung ſehr deutlich, daß das Anſchwellen der Flüße, die von hohen Bergen kommen, ganz von dem Zerſchmelzen des Schnees und Eiſes abhänge, welches man aber auf die, welche im platten Lande fließen, nur zu gewiſſen Jahrszeiten anwenden kan.

Alles bisherige zeigt zur Gnüge, daß man bey Erklärung des Urſprungs der Quellen mehr als eine Urſache zu Hülfe nehmen müße. Soviel iſt unläugbar, daß auf der Erde ein beſtändiger Kreislauf des Waſſers unterhalten wird, welches aus dem Meere in die Erde oder Atmoſphäre tritt und durch die Quellen und Flüße wieder zum Meere zurückkehrt. Hierbey ſcheint nun das herabfallende Regen- und Schneewaſſer, nebſt dem zerſchmelzenden Schnee und Eiſe und den an den Bergen und Anhöhen niedergeſchlagnen Dünſten die vornehmſte Urſache der Quellen zu ſeyn; alle übrige ſind entweder nur local, oder ganz ungegründet.

Die Quellen ſelbſt ſind an Gehalt und Reinigkeit verſchieden, nach Beſchaffenheit der Erdſchichten, durch die ſie ſich ſammlen und durchfließen. Die reinſten entſpringen gewöhnlich in den gröſten Höhen. Je reiner ſie ſind, deſto näher kömmt ihr eigenthümliches Gewicht dem des Luftwaſſers, und deſto weniger laſſen ſie Bodenſatz in Gefäßen, und Rückſtand bey der Deſtillation. Das gewöhnliche Quell- oder Brunnenwaſſer hat faſt immer Gyps, rohe Kalkerde durch Hülfe der Luftſäure aufgelöſet, und einige ſalzige Theile. Von denen, welche ſolche Stoffe in vorzüglicher Menge enthalten, ſ. Geſundbrunnen. Manche, die viel Kalkerde bey ſich führen, incruſtiren hineingelegte Sachen, und erzeugen beym Herabtröpfeln die Stalactiten, ſ. Hölen.

Die Menge des Waſſers iſt in manchen Quellen immer ziemlich gleich, in andern abwechſelnd. Man hat ſie deswegen in **gleichförmige** (perennes) und **periodiſche**, auch die letztern weiter in **intermittirende** (die auf gewiſſe Zeit ganz aufhören) und **abwechſelnde** (reciproci, deren

Waſſermenge nur wächſt und abnimmt) getheilt. Die intermittirenden werden durch ſtarke Regengüſſe oder geſchmolzenen Schnee oft auf eine Zeit gleichförmig, oder unordentlich. Solche, die nur zu gewiſſen Jahrszeiten fließen, ſind nicht ſelten. Viele aber richten ſich auch nach den Tagesſtunden. So erzählt Plinius, daß eine Quelle beym Lago di Como (Lacus Larius, H. N. II. 103.) ſtundenweiſe zu- und abnehme. Aſtruc (Hiſt. nat. de Languedoc) meldet von einer Quelle bey Fonteſton oder Fonteſtorbe in Mirepoix, daß ſie gewöhnlich 36 Min. 35 Sec. lang fließe, und 32 Min. 30 Sec. lang ausſetze. Er führt noch mehr Brunnen dieſer Art an, z. B. den von Fonſanche bey Nismes, deſſen Fließen täglich etwas über 7 Stunden, das Ausſetzen 5 Stunden dauert, einige in Savoyen und Poitou, und die Quelle von Colmar in Provence, die allemal in der ſiebenten Minute ausſetzt. Die letztere, deren Waſſerſtral die Dicke eines Arms hat, ward 1755 bey dem Erdbeben, das Liſſabon zerſtörte, fortfließend, und fieng erſt 1763 von neuem an, auszuſetzen. Auch Scheuchzer hat in ſeinen Alpenreiſen Beyſpiele ſolcher ausſetzenden Quellen in der Schweitz.

Man erklärt dieſe intermittirenden Quellen auf verſchiedene Art. Ein langes Ausſetzen, das mehrere Monate oder Wochen dauret, mag wohl von Mangel an Zufluß geſchmolzenen Schnees und Eiſes herrühren. Kürzere Abſätze aber leitet man insgemein von kleinen Berghölen oder Waſſerbehältern her, die ſich durch einen Zugang von oben her anfüllen, und ſeitwärts durch heberförmige Canäle wieder ausleeren. Dieſe Heber leeren den Behälter bis an die wagrechte Fläche ihres Verbindungspunktes aus; alsdann hören ſie auf zu fließen, und fangen nicht eher wieder an, als bis der Schenkel am Behälter bis auf ſeinen höchſten Punkt gefüllt iſt, wozu eine gewiſſe von der Menge des Zuflußes abhängende Zeit erforderlich iſt. Iſt der Zufluß ſtärker, ſo wird dieſe Zeit kürzer; ſtarke Regen u. dgl. können ihn ſo anſehnlich vermehren, daß er eben ſoviel erſetzt, als die Quelle abführt, in welchem Falle die letztere fortfließend wird. Giebt es im Behälter einen ſolchen heberförmigen Canal,

der das Waſſer von der Quelle ab an einen andern Ort führt, ſo kan dieſelbe bey trocknem Wetter fließen, und beym Regen vertrocknen, ſ. Heber (Th. II. S. 582.). Einige Quellen, welche ſtoßweiſe ſpringen, laſſen ſich auch durch Ausbrüche unterirdiſcher Dämpfe erklären, wie z. B. einige von **Bergmann** angeführte in Island.

Es giebt Quellen, welche Ebbe und Fluth mit dem Meere gemein haben, wenn man anders den Berichten des **Plinius** (H. N. II. 103.) und **Varenius** (Geogr. gen. Cap. XVII. Prop. 17.) glauben darf. **Aſtruc** führt eine auf dem Montmerveille im Palatinate von Cracau an, die ſehr hell und mit ſtarkem Getöſe hervorbricht, im Vollmonde aber allezeit weit ſtärker, als im Neumonde, iſt. Dagegen wird eine bey Breſt (Mém. de Paris 1717.) erwähnt, die bey der Ebbe des angrenzenden Meeres ſteigt, und bey der Fluth fällt. Dies wird ganz gut daraus erklärt, daß der Boden der Quelle höher liege, als die Meeresfläche bey der Ebbe, daher das Waſſer ſo lange fortfahre zu fallen, bis es der ſteigenden Fläche des Meeres gleich ſtehe, und ſo lange zu ſteigen, bis ſich der Zufluß aus der benachbarten Gegend völlig hineingezogen habe.

Die Temperatur der Quellen iſt gewöhnlich von der Temperatur der äuſſern Luft verſchieden. Die meiſten Waſſer quellen aus der Erde weit kälter und friſcher hervor. **Charas** (Mém. de Paris 1693. p. 71 ſqq.) giebt einige Beyſpiele von Quellen in Frankreich, welche im heiſſeſten Sommer eiskalt ſind, obgleich ihr Waſſer dem Sonnenſcheine ausgeſetzt iſt. **Bergmann** gedenkt auch ſchwediſcher Quellen, deren Temperatur nur wenig über den Eispunkt (6 Grade nach der Scale von 100 Grad; d. i. 4—5 Grad nach Reaumür), und in der Tiefe noch kälter iſt. Von heiſſen Quellen ſ. den Artikel **Bäder, warme.**

Die feuerfangenden Quellen, wovon **Lulofs** viele Beyſpiele geſammlet hat, als die des dodonäiſchen Jupiters (*Plin.* H. N. II. 103.), die auf dem Montmerveille in Polen, die Porretta Nova in Italien (Comment. Bonon. p. 119 ſqq.), verſchiedene in England (Philoſ. Trans. Num. 26. p. 482. Num. 334. p. 475.) ſind, wie man aus den Be-

ſchreibungen bald überſieht, durch aufſteigende Sumpfluft zu erklären, welche bey Annäherung brennender Kerzen in eine bläuliche Flamme ausbricht. In den Morgenländern giebt es auch Quellen, auf deren Waſſer eine entzündliche Naphtha ſchwimmt.

Lulofs Einl. zur mathem. u. phyſikal. Kenntniß der Erdkugel, a. d. holl. durch Käſtner. Gött. u. Leipz. 1755. gr. 4. S. 295 u. f.

Bergmann Phyſikaliſche Beſchr. der Erdkugel, a. d. ſchwed. von Röhl. Greifsw. 1780. gr. 8. Erſter Band, S. 276 u. f.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2378 ſqq.

Briſſon Dict. raiſ. de phyſique, Art. *Fontaines.*

de Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre, a. d. frz. Leipz. 1776. gr. 8. Erſter Theil, §. 154 u. f.

R.

Rad an der Welle, Radwinde, Haſpel, Rota, Peritrochium, *Roue*, *Tambour*, *Treuil ou Tour.* Ein Cylinder wie CC, Taf. XX. Fig. 100. und 101. laſſe ſich zugleich mit einer an ihn befeſtigten concentriſchen Scheibe KB (Fig. 100.) von größerm Halbmeſſer, oder auch nur mit einem oder mehrern Armen CB, CK (Fig. 101.), welche Halbmeſſer dieſer Scheibe vorſtellen, um ſeine unbewegliche Axe CC drehen. Wenn nun zwo Kräfte L und K, eine am Umfange des Cylinders CC, die andere am Umfange der Scheibe KB oder am Ende ihres Halbmeſſers CK einander entgegenwirken (d. i. den Cylinder nach entgegengeſetzten Richtungen um die Axe zu drehen ſtreben), ſo heißt der Cylinder CC ſelbſt eine **Welle, Radwelle**, ein **Wellbaum** (axis, *aiſſieu*, *axe),* die Scheibe KB ein **Rad**, und die ganze Verbindung ein **Rad an der Welle** (Axis in peritrochio, *Axe dans le tambour*).

Es iſt dies eine der einfachſten und wirkſamſten Maſchinen, welche zu den einfachen Potenzen des Pappus gehört, ſ. **Potenzen**. Sie wird insgemein ſo gebraucht, daß man um die Welle ein Seil windet, welches durch Umtreibung vermittelſt der Kraft K weiter aufgewunden wird, und da-

durch eine Laſt, an die es befeſtiget iſt, erhebt oder fortzieht. Bey dieſer Einrichtung iſt zwar die Welle weſentlich nöthig, um das Seil aufzuwinden; das Rad ſelbſt aber kan wegbleiben, weil die Kraft K zu Umdrehung der Welle nicht das ganze Rad, ſondern nur einen phyſiſchen Halbmeſſer oder Arm deſſelben, wie CK, nöthig hat.

Liegt die Welle CC wagrecht, wie bey Fig. 100, ſo heißt das Rüſtzeug ein Haſpel (*treuil*, *tour*), und insbeſondere, wenn wirklich ein Rad BK da iſt, an deſſen Umfange die Kraft, vermittelſt angebrachter Sproſſen u. dgl. wirkt, ein **Radhaſpel**. Wird die Welle mit Kurbeln oder Haſpelhörnern (manubria, *manivelles*), die an ihrer Axe ſtecken, umgetrieben, ſo entſteht der **Hornhaſpel**; werden kreuzweis Stangen durchgeſteckt, deren Enden z. B. Menſchen mit den Händen fortdrücken können, der **Kreuzhaſpel** (Sucula). Steht aber die Welle lothrecht, wie Fig. 101, ſo heißt das Rüſtzeug eine **Winde** oder ein **Göpel** (Ergata, *Cabeſtan*); die niedrigen, welche Laſten auf dem Boden oder auf ſchiefen Flächen fortzuziehen dienen, werden **Erdwinden** genannt. Abbildungen aller dieſer Rüſtzeuge giebt **Leupold** (Theatr. machinarium, Tab. XIX.).

Der gemeine Hebel iſt darum unbequem, weil er die Laſten nur auf ſehr geringe Höhen erhebt, ſ. Hebel (Th. II. S. 574.). Dieſem Fehler hilft die Welle ab, welche durch das Aufwinden des Seiles der Laſt alle Augenblicke einen neuen Halbmeſſer oder neuen Hebel in den Weg bringt, und alſo unaufhörlich hebt oder fortzieht, bis das Seil völlig aufgewunden iſt. Auch iſt das Rad an der Welle nur in dieſem einzigen Stücke vom Hebel ſelbſt verſchieden. Daß ſtatt des Ruhepunkts hier eine gerade Linie, nemlich die Axe CC, unbewegt bleibt, und daß die Arme, an denen die Kräfte wirken, nicht in einerley Fläche liegen, ändert nichts, weil die Wirkung eben dieſelbe bleibt, wenn man beyde Arme in einerley Fläche verſetzt, und von der Axe blos denjenigen Punkt betrachtet, der in ebendieſelbe Fläche fällt.

So iſt Taf. XX. Fig. 102. ein ſenkrechter Durchſchnitt der Welle und des Rads, in einerley Fläche gebracht. Der Mittelpunkt C, durch welchen die Axe geht, iſt der Ruhe-

punkt, CA = r der Halbmeſſer der Welle; CB = R der Halbmeſſer des Rads, an welchem die Kraft K wirkt. Die ganze Peripherie des Rads iſt zwar in der Figur vorgeſtellt; es iſt aber nur der Arm CB nöthig. Weil das Seil bey A von der Welle nach der Richtung ihrer Tangente abgeht, ſo läßt ſich allemal annehmen, die Laſt L wirke auf den Halbmeſſer CA ſenkrecht.

Wirkt nun die Kraft K auch ſenkrecht auf CB, oder nach der Tangente des Rades, ſo ſind die Kräfte K und L am doppelarmichten Hebel BCA, und das Gleichgewicht findet ſtatt, wenn

$$K : L = CA : CB = r : R$$

d. i. wenn ſich die ſenkrechtwirkende **Kraft** zur **Laſt**, wie der **Halbmeſſer** der **Welle** zum **Halbmeſſer** des **Rads**, verhält. Eben dies gilt auch, wenn die Kraft K an einem andern Punkte des Umkreiſes z. B. an b, nach der Richtung der Tangente bg wirkt, weil ſich alsdann die Kräfte K und L am Winkelhebel bCA befinden, ſ. **Winkelhebel**.

Wirkt aber die Kraft ſchief gegen des Rades Halbmeſſer, wie bey b nach der Linie bG, ſo iſt ihre Entfernung vom Ruhepunkte dem Perpendikel CH gleich, oder = ſin b. R; daher findet das Gleichgewicht ſtatt, wenn

$$K : L = r : \sin b. R$$

Das Moment der Laſt iſt in allen Fällen = r. L; das der Kraft beym ſenkrechten Zuge = R. K, beym ſchiefen = ſin b. R. K. Und da ſin b allemal kleiner, als 1 iſt, ſo hat die ſchiefziehende Kraft allezeit ein geringeres Moment, oder vermag weniger, als eine gleich große ſenkrecht ziehende.

Die Kraft kan auf verſchiedene Art am Umfange des Rades angebracht werden. Iſt ein wirkliches Rad aus einer feſten Materie da, ſo können Menſchen und Thiere darauf treten, oder darinn herumgehen (Treträder); man kan Sproſſen daran ſetzen, die mit der Hand fortbewegt werden, wie am Radhaſpel Fig. 100; oder eine Schnur darum legen, an der man es herumzieht; man kan es mit Kaſten verſehen, in welche Waſſer von oben herabfällt, oder mit Schaufeln, welche das unten vorbeyfließende Waſſer fort-

treibt (ober- und unterſchlächtige Waſſerräder). Iſt kein Rad vorhanden, ſo wird der Haſpel von Menſchen bewegt, die die Kurbeln oder Kreuzſtangen umtreiben: die Arme der Winde werden von Menſchen fortgetrieben oder von Thieren fortgezogen. In allen dieſen Fällen vermag die Kraft am meiſten, oder iſt am vortheilhafteſten angebracht, wenn ſie ſtets ſenkrecht, oder nach der Richtung der Tangente des Rads wirket.

Indem das Seil einmal umgewunden, und alſo die Laſt um die Peripherie der Welle fortbewegt wird, muß die Kraft einmal den ganzen Umfang des Rades durchlaufen. Mithin verhalten ſich die Räume, die K und L in gleichen Zeiten zurücklegen, d. i. ihre Geſchwindigkeiten, wie die Peripherien von Rad und Welle, oder, was eben ſoviel iſt, wie deren Halbmeſſer R : r, d. i. umgekehrt, wie die im Gleichgewichte ſtehenden Kräfte ſelbſt. Wenn alſo 1 Pfund Kraft mit 10 Pfund Laſt das Gleichgewicht hält, ſo muß bey wirklicher Bewegung die Kraft durch 10 Schuh fortgehen, wenn die Laſt um 1 Schuh fortgebracht werden ſoll. Man verliert daher, wie bey allen Maſchinen, an Geſchwindigkeit eben ſoviel, als man an Kraft gewinnt.

Da der Schwerpunkt der ganzen Maſchine in die Axe der Welle ſelbſt fällt, ſo iſt hiebey der phyſiſche Hebel vom mathematiſchen nicht unterſchieden, und die Berechnung für das Gleichgewicht beruht allein auf der Formel $r. L = R. K. \sin b$, wo für ein ſenkrecht wirkendes K, $\sin b = 1$ iſt.

Iſt z. B. an der Fig. 101. vorgeſtellten Winde der Halbmeſſer des Rads oder die Länge der Arme CK, CB = 8 Schuh = R, der Halbmeſſer der Welle r = 1 Schuh, ſo wird für das Gleichgewicht L = 8 K ſeyn. Vier Menſchen, die an den Enden der Arme, jeder mit 100 Pfund Kraft, ſenkrecht ziehen oder drücken, werden 4. 800 = 3200 Pfund Laſt im Gleichgewichte halten, und eine etwas geringere Laſt wirklich aufwinden können. Stehen zween Mann nebeneinander, ſo kan einer davon nicht in der völligen Entfernung von 8 Schuh wirken. Geſetzt, er ſtehe nur 6 Schuh von der Axe ab, ſo wird ſein Moment nur 6 K oder 600 Pfund betragen. Stellte man alſo zu den vorigen noch vier

andere in 6 Schuh Entfernung von der Axe, ſo würden die Momente aller zuſammen 3200 + 2400 = 5600 Pfund ausmachen.

In der Ausübung muß man noch die halbe Dicke des Seiles, woran die Laſt hängt, zum Halbmeſſer der Welle rechnen, weil die Richtung des Zugs mitten durch das Seil geht. Dieſe Seile ſind gewöhnlich ſo dick, daß dadurch das Moment der Laſt merklich geändert wird. Im vorigen Beyſpiele würde ein Seil von 1 Zoll oder $\frac{1}{12}$ Schuh Dicke das Moment der Laſt = $1\frac{1}{24}$ L, mithin für das Gleichgewicht, L = $\frac{24}{25}$. 8 K geben, oder das vorige Moment der Kraft um ſeinen 25ſten Theil verringern. Die vorigen Kräfte würden nur 5376 Pfund erhalten können. Weit beträchtlicher wird dieſe Abweichung, wenn ſich das Seil doppelt übereinander legt, wodurch der Abſtand der Laſt um $1\frac{1}{2}$ Seildicken (im Beyſpiele um $\frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{1}{8}$ Schuh) wächſt. Man verhütet dieſes bey den Winden, indem man das Seil nur einigemal um die Welle ſchlägt, bis es ſich durch Reiben und Anklemmung völlig feſt hält. Alsdann wickelt ſich ſoviel, als an einem Ende aufgewunden wird, an andern wieder ab, und man läſt dieſes Abgewickelte durch einen eignen Arbeiter von der Welle entfernen und in Ordnung legen.

Bey den Winden kan die im Kreiſe gehende Kraft faſt immer ſenkrecht auf den Hebelarm wirken. Beym Haſpel und andern Einrichtungen, z. B. Treträdern, ſind ſchiefe Richtungen der Kraft nicht zu vermeiden. Beym Hornhaſpel und allen Maſchinen, die von Menſchen mit Kurbeln bewegt werden, muß die Hand im Cirkel herumgehen und ihre Richtung unabläßig ändern, wobey es ihr unmöglich iſt, ſtets genau nach der Tangente zu drücken; überdies iſt auch die Kraft der Hand an ſich ſtärker, wenn ſie die Kurbel herunterdrückt, als wenn ſie ſie herauf hebt oder ſeitwärts ſchiebt. Dieſe Maſchinen gehen alſo ſehr ungleich, und man muß ihnen, wenn ſie ſchnell und gleichförmig gehen ſollen, durch Schwungräder, d. i. durch Scheiben von beträchtlichem Umfange und Maſſe, zu Hülfe kommen, welche, wenn die Maſchine einmal in Gang

gebracht iſt, die ihnen mitgetheilte Bewegung vermöge ihrer Trägheit fortſetzen, und den Gang unterhalten, wenn auch die Kraft ein wenig nachläßt.

Die Winde iſt unſtreitig das bequemſte und wirkſamſte Rüſtzeug zu Ueberwältigung großer Laſten. Domenico Fontana errichtete im Jahre 1586 den großen Obeliſk auf dem Platze des Vaticans in Rom, deſſen Gewicht 9146 Centner, und mit der Armatur 9600 Centner betrug, durch 40 Winden, an deren jeder auſſer den Menſchen zwey Pferde zogen, wobey er das Moment der Kräfte für jede Winde auf 300 Centner rechnen konnte. Dieſe große mechaniſche Unternehmung beſchreibt **Leupold** (Theatr. machinarium. Leipzig, 1725. fol. S. 137 u. f. Tab. LII.) nach **Kirchern** (Oedipus Aegyptiacus. To. II. L. 3. p. 70 ſqq.), vollſtändiger aber und nach des **Fontana** eigner Nachricht und Abbildung **Nic. Zabaglia** (Caſtelli e Ponti. Ital. et Lat. Rom. 1743. fol. maj.). Weil die Winde bey der Schiffahrt und dem Schifbau ein ganz unentbehrliches Rüſtzeug iſt, ſo hat man ihre Mängel ſorgfältig zu verbeſſern geſucht, z. B. den, daß die Umgänge des Seils, beym Fortwinden immer höher hinauftreten, und bald die höchſte Stelle erreichen, wo man denn, wenn ſich nichts übereinander legen ſoll, inne halten und eine eigne Arbeit vornehmen muß, um ſie wieder herunterzubringen. Die Preißfrage der pariſer Akademie für die Jahre 1739 und 1741 hat eine Anzahl Schriften hierüber veranlaſſet (Recueil des pieces, qui ont remporté le prix en 1741. Paris, 1745. 4.), unter welchen ſich die von **Joh. Bernoulli** (Diſcours ſur le cabeſtan) und **Poleni** (De ergatae navalis praeſtabiliore uſu) vorzüglich auszeichnen.

Von den Zuſammenſetzungen mehrerer Räder ſ. den Artikel **Räderwerk, zuſammengeſetztes**.

Käſtner Anfangsgr. der ang. Math. Mechaniſche u. Optiſche Wiſſ. Dritte Aufl. Göttingen, 1787. 8. Mechanik, §. 70 u. f.

Büſch Verſuch einer Mathem. zum Nutzen und Vergnügen des bürgerl. Lebens. Hamburg, 1776. 8. S. 290 u. f.

Rad, elektriſches, Peritrochium electricum, *Roue ou Moulinet electrique.* Unter dem Namen elektriſcher Råder ſind einige Veranſtaltungen bekannt, mit deren Hülfe man umdrehende Bewegungen durch das elektriſche Anziehen und Zurückſtoßen hervorbringt. Franklin hat wohl dergleichen zuerſt angegeben; denn **Winklers** Erfindung, die Prieſtley (Geſchichte der Elektric. S. 49.) als ein elektriſches Rad anführt, iſt nach den Transactionen (No. 475. p. 311.) nichts weiter, als ein Stern mit ſechs Spitzen, die im Dunkeln leuchten, und ein Feuerrad vorſtellen, wenn der Stern durch eine äuſſere Kraft gedreht wird.

Franklin (Briefe von der Elektricität, a. d. engl. von **Wilke**, Leipzig 1758. 8. S. 40.) beſchreibt in einem Briefe vom 1 Sept. 1747 das erſte Rad unter dem Namen des **elektriſchen Bratenwenders.** Die Vorrichtung beſteht in einer wagrechten hölzernen Scheibe, welche durch einen Stift in ihrer Mitte gehalten wird. Dieſer Stift läuft unten auf einer an ſein Ende befeſtigten Spitze in einem Lager, und geht oben durch ein Loch in einer feſten Meſſingplatte, die ihn ſenkrecht hält. So kan ſich das Bret ſehr frey und leicht wagrecht umdrehen. Aus dem Umkreiſe des Brets gehen 30 gläſerne Stäbe nach der Richtung der Halbmeſſer wagrecht heraus; ihre äuſſerſten Enden ſtehen ungefähr 4 Zoll weit auseinander, und haben meſſingne Knöpfe, welche alſo durch die Glasſtäbe iſolirt ſind. Setzt man nun eine geladne Flaſche, deren Knopf + E hat, nahe an den äuſſerſten Umfang des Kreiſes, den dieſe Knöpfe bilden, ſo zieht das + E den nächſten Knopf an, giebt ihm einen Funken, und ſtößt ihn darauf weiter fort. Dies wiederfährt nun auch dem folgenden Knopfe, u. ſ. w., wodurch das Rad wagrecht umgedreht wird. Dadurch erhalten nach und nach alle Knöpfe + E, und behalten auch daſſelbe, weil ſie iſolirt ſind. Hiedurch kan man jedoch das Rad nur einmal umdrehen: denn wenn der erſte Knopf, der ſein + E behalten hat, wieder an die Flaſche kömmt, ſo wird er von ihr abgeſtoßen, und die Bewegung hört auf. Soll ſie fortgehen, ſo muß man der erſten Flaſche gerade gegenüber eine

zweyte an das Rad ſtellen, deren Knopf — E hat. Dieſe zieht nun die von jener Flaſche mit + E geladnen Knöpfe ſtark an, verdoppelt dadurch die Geſchwindigkeit der Bewegung, giebt auch den Knöpfen Funken, wodurch ſie — E erhalten, und bey ihrer Rückkehr zur erſten Flaſche deſto ſtärker angezogen werden. Dadurch ward des Rades Lauf ſo beſchleuniget, daß es in einer Minute 12 — 15mal herum kam, und ein Gewicht von hundert ſpaniſchen Thalern mit ſich führte. Am Ende entladen ſich dadurch beyde Flaſchen. Ein Bratſpieß auf den Stift in der Mitte des Brets aufgeſteckt, wird dadurch gehörig, aber in vertikaler Stellung, umgedreht.

Nach eben dieſen Grundſätzen verfertigte Franklin das zweyte **ſich ſelbſt bewegende Rad.** Dies iſt eine runde belegte Glasſcheibe, welche ſich zwiſchen zwo iſolirten Spitzen wagrecht um ihre Axe drehen läſt. An ihrem Rande ſind zwey Bleykügelchen, etwa 6 Zoll weit aus einander, von denen eines mit der obern, das andere mit der untern Belegung verbunden iſt. Rund um die Glasſcheibe ſtehen auf dem Tiſche zwölf Glasſäulen mit meſſingnen Knöpfen, etwa 4 Zoll weit aus einander. Sobald man nun die Glasſcheibe ladet, fängt dieſelbe an umzulaufen. Nemlich die Bleykugel, welche + E hat, wird von der nächſten Säule angezogen, giebt dem Knopfe derſelben + E, wird darauf weiter fortgeſtoßen u. ſ. f. Dadurch läuft das Rad um. Nun kömmt die andere Bleykugel, die — E hat, gegen die mit + E geladnen Knöpfe der Pfeiler, wird angezogen, durch einen Funken mit + E verſehen, und dann weiter fortgeſtoßen, welches den Umlauf befördert. **Franklins** Rad lief auf dieſe Art eine halbe Stunde lang in jeder Minute 20mal um, welches zuſammen 600 Umläufe, und 7200 Funken aus jeder Kugel in die Knöpfe der Säulen ausmacht. Der Erfolg iſt, daß die Scheibe entladen wird. Wollte man ſtatt zwoer Kugeln deren acht nehmen, die abwechſelnd mit beyden Seiten der Scheibe verbunden würden, ſo würde die Geſchwindigkeit anſehnlich verſtärkt werden, aber die Bewegung nicht ſo lange dauren.

Der Marquis de Courtenvaux (in *Rozier* Journal de phyſ. Avril 1774.) hat die Einrichtung dieſes Rades in einigen Stücken verbeſſert, wovon man auch beym de la Fond (Précis hiſtorique et expérimental des phénomènes électriques. Paris, 1781. 8.) Nachricht findet. Die Abſicht war, dieſes Rad durch Zählung ſeiner Umläufe in einer Minute, als Elektrometer zu gebrauchen.

Eine andere Art des elektriſchen Rads iſt auch unter dem Namen des Flugrads (Fly) oder Kreuzes bekannt. Taf. XX. Fig. 103. machen die beyden dünnen Meſſingdräthe a c und b d ein Kreuz, das man mit der im Mittel befindlichen dünnen Scheibe D auf den zugeſpitzten Stift K ſetzen, und denſelben auf den Conductor B einer Elektriſirmaſchine ſchrauben kan. Die Schraube D ruht auf dem Stifte im Gleichgewichte, wie eine Magnetnadel, vermittelſt eines glatt ausgehölten kleinen Hüthgens. Die Enden der Dräthe a, b, c, d ſind ſpitzig, und alle nach einerley Seite rechtwinklicht umgebogen. Sobald der Conductor elektriſirt wird, fängt das Kreuz an umzulaufen, und dreht ſich in der wagrechten Fläche nach der Richtung der Buchſtaben a b c d, welche der Richtung der umgebognen Drathſpitzen entgegengeſetzt iſt. Dies erfolgt mit großer Geſchwindigkeit, und immer nach ebenderſelben Richtung, der Conductor habe + E oder — E.

Man kan dieſes Phänomen auf mancherley Art erklären, je nachdem man dieſe oder jene Theorie der Elektricität annimmt. Nach Franklins Theorie ſtrömen die Spitzen aus, wenn der Conductor + E hat, und ſaugen ein, wenn er — E hat. Nun iſt doch das Ausſtrömen dem Einſaugen ſo gerade entgegengeſetzt, daß Bewegungen, die aus beyden entſtehen, ganz natürlich nach entgegengeſetzten Richtungen erfolgen ſollten. Es ſcheint alſo paradox, daß + E das Kreuz eben ſo dreht, wie — E, und man ſieht wohl, daß man hier mit Franklins Theorie nicht ausreichen wird, ohne ihr etwas Flickwerk anzuhängen.

Anfänglich behalf man ſich mit dem Blaſen, das man fühlt, wenn man die Hand gegen elektriſirte Spitzen hält. Alle Spitzen blaſen, ſie mögen + E oder — E haben.

Prieſtley nahm dieſes Blaſen für einen Luftſtrom an, ſ. Spitzen, der der Erfahrung gemäß aus allen elektriſirten Spitzen gehe, und deſſen Richtung über das Ausſtrömen oder Eindringen der elektriſchen Materie nichts entſcheide. Aus dieſem Luftſtrome würde ſich die Bewegung des Kreuzes leicht erklären, weil die äuſſere Luft der von der Spitze abſtrömenden widerſteht, und ſie zuſammendrückt, ſo daß ſie durch ihre Elaſticität den leicht beweglichen Drath zurücktreibt.

Neuere Frankliniſten, z. B. Cavallo, laſſen den Luftſtrom weg, und erklären die Bewegung weit beſſer aus dem Abſtoßen zwiſchen den Spitzen und der äuſſern Luft, welche letztere in allen Fällen eine gleichartige Elektricität mit den Spitzen ſelbſt erhält (weil Spitzen ſo leicht mittheilen). Sie berufen ſich darauf, daß das Rad im luftleeren Raume nicht laufe, ja ſogar unter einer luftvollen Glocke bald ſtill ſtehe, weil die unter ihr enthaltene Luft gar bald durchgehends gleichförmig elektriſirt werde.

Hieher gehört noch folgender Verſuch. Wenn das Rad unter der Glocke ſtill ſteht, und man den Finger, einer Spitze gegen über, an die äuſſere Seite des Glaſes legt, ſo fängt es wieder an zu laufen. Geſetzt, das Rad habe + E, ſo kan die äuſſere Seite des Glaſes durch den Finger etwas + E abgeben, wodurch auf der innern Seite eben ſoviel — E frey und die Luft oder die Spitze + E angezogen wird, bis dieſes freye — E wieder gebunden iſt. Dadurch wird alſo dieſe Stelle des Glaſes geladen, und man kan den gröſten Theil des Glaſes ſo laden, wenn man den Finger nach und nach um daſſelbe herumführt. Cavallo ſagt, auch dieſer Verſuch gehe nur im luftvollen Raume von ſtatten: es iſt aber jetzt auſſer allem Zweifel, daß er eben ſo wohl im luftleeren Raume gelinge. Alſo muß die Luft ganz aus den Erklärungen wegbleiben.

Daher erklärt ſich alles leichter durch Vorausſetzung zwoer elektriſchen Materien. Nach dieſer Hypotheſe ſtrömen ſowohl poſitive, als negative Spitzen wirklich aus; und die ganze Schwierigkeit verſchwindet. Man kan nun die Bewegung des Rads entweder aus dem elektriſchen Zu-

rückſtoßen der ausgehenden Materie gegen die nachfolgende erklären, oder man kan ſie dem Drucke gegen den Drath beym Ausgange, wie bey der Kempeliſchen Dampfmaſchine und der Segneriſchen hydrauliſchen Maſchine, zuſchreiben, ſ. Segneriſche Maſchine. Dieſe beyden Erklärungen beruhen doch nur auf Vorſtellungsarten, die vielleicht am Ende auf einerley hinauslaufen. Denn es kan ja wohl ſeyn, daß das elektriſche Abſtoßen, und der Druck des E, das durch die Krümmung zur Spitze herauszugehen gezwungen wird, Wirkungen von einerley Urſache ſind.

Prieſtley hat durch das Blaſen feſtſtehender Spitzen kleine papierne Windflügel, wie die, womit die Knaben ſpielen, und leichte Räder von andern Geſtalten in Bewegung geſetzt (ſ. Geſchichte der Elektricität, durch Krünitz, S. 390 u. f.), die man auch zu den elektriſchen Rädern zählen kan. Allerley Spielwerke mit dem Kreuze oder Drathe mit umgebognen Spitzen beſchreibt Adams (Verſuch über die Elektricität, a. d. engl. Leipzig, 1785. gr. 8. S. 63 u. 64.).

Franklins Briefe über die Elektricität, a. a. O.

Cavallo vollſt. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, a. d. engl. Dritte Aufl. Leipzig, 1785. gr. 8. S. 132. u. 205.

Radbarometer, ſ. Barometer.

Radius vector, *Rayon vecteur.* So nennt man in der Theorie des Planetenlaufs, und überhaupt bey Centralbewegungen, die gerade Linie aus dem Brennpunkte der elliptiſchen Bahn in den Mittelpunkt des Planeten gezogen, oder die Linie aus dem Mittelpunkte der Kräfte in den Schwerpunkt des bewegten Körpers. Wenn z. B. die Erde in einer elliptiſchen Bahn läuft, in deren Brennpunkte die Sonne ſteht, ſo heißt eine Linie aus dem Mittelpunkte der Sonne in den Mittelpunkt der Erde gezogen, ein Radius vector dieſer Bahn. Dieſer Radius vector iſt von veränderlicher Größe, z. B. in der Sonnenferne am gröſten, in der Sonnennähe am kleinſten. Die Flächenräume, die er bey der Bewegung des Planeten beſchreibt, verhalten

ſich, wie die Zeiten, in denen ſie beſchrieben werden, ſ. Kepleriſche Regeln.

Radwinde, ſ. Rad an der Welle.

Räderwerk, zuſammengeſetztes, Zahn und Getriebe, Syſtema rotarum, *Rouage, Syſtème de roues et de pignons*. Eine Verbindung mehrerer Räder, die nicht an einer Axe ſind, deren eines in die Welle des andern vermittelſt gewiſſer an beyder Umfange angebrachten Erhöhungen und Vertiefungen eingreift, ſo daß die Bewegung des einen auch das andere mit umtreibt.

Die Erhöhungen, die man in dieſer Abſicht an dem Umfange der Räder anbringt, heiſſen Zähne (dentes), wenn ſie mit dem Rade ſelbſt aus einem Stücke ſind, Kammen (paxilli), wenn man ſie beſonders verfertiget und eingeſetzt hat. Bey dem Sternrade oder Stirnrade liegen ſie in der Fläche des Rades ſelbſt nach Richtungen der Halbmeſſer, beym Kronrade ſtehen ſie auf dieſer Fläche ſenkrecht. Alle dieſe Räder nennt man bezahnte (rotae dentatae, *roues dentées*).

Die Zähne oder Kammen der Räder greifen in Vertiefungen der cylindriſchen Wellen, welche daher längſt ihrer Seitenflächen abwechſelnde Erhöhungen (Stöcke) und Vertiefungen bekommen, wie Taf. XX. Fig. 104., und in dieſer Geſtalt Getriebe oder Trillinge (*pignons*) genannt werden. Hieraus erklärt ſich die Benennung Zahn und Getriebe (*Roue et pignon*), die man dem zuſammengeſetzten Räderwerke im Allgemeinen beylegt. In den Mühlwerken braucht man ſtatt der Getriebe die eigentlichen Trillinge, wobey zwo hölzerne Scheiben, als Grundflächen eines Cylinders mit runden Stäben (Triebſtöcken) zuſammengefügt ſind, daß alſo die Erhöhungen durch die Triebſtöcke vorgeſtellt werden, und die Kammen des Rads in den leeren Raum zwiſchen dieſen Stöcken eingreifen.

Ein Beyſpiel von zuſammengeſetztem Räderwerke giebt Taf. XX. Fig. 105. An der Welle A hängt die Laſt L, an ebendieſelbe Welle iſt das Rad Q befeſtiget, deſſen Zähne in das Getriebe B eingreifen. Dieſes Getriebe iſt

zugleich die Welle des Rades R, welches mit ſeinen Zähnen in das Getriebe C greiſt. Dieſes letzte Getriebe iſt die Welle des Rades S, an deſſen Umfange die Kraft K nach der Richtung der Tangente MK wirkt. Auf dieſe Art wirken K, und L einander entgegen. Denn man darf nur mit aufmerkſamer Betrachtung der Figur unterſuchen, wie ſich die Räder und Getriebe drehen müſſen, wenn K weiter fortgeht, ſo wird man finden, daß dabey der Punkt der Welle A, an dem L hängt, aufwärts gehen, und L erheben oder näher heranziehen muß.

Man ſieht auch, daß die Welle A und das Rad S keiner Zähne bedürfen, daß ſogar das Rad S ganz wegbleiben und ſtatt deſſen nur ein Arm oder eine Kurbel CM da seyn kan, an der K ſenkrecht wirkt. Ich will die drey Räder durch die Buchſtaben Q, R, S, und ihre Halbmeſſer durch q, r, s; die drey Wellen durch A, B, C, und ihre Halbmeſſer durch a, b, c bezeichnen. Unter den Wellen ſind eigentlich nur B und C Getriebe oder mit Erhöhungen (Triebſtöcken) verſehen; ich verſtatte mir aber der Kürze halber alle drey Getriebe zu nennen.

Die entgegengeſetzten Kräfte K und L werden im Gleichgewichte ſeyn, wenn ſich K zu L verhält, **wie das Product aller Halbmeſſer der Getriebe, zu dem Producte aller Halbmeſſer der Räder.** Denn wirkte eine Kraft l am Umfange des Rades Q, ſo müſte ſie um L zu erhalten, zu L ſelbſt im Verhältniße der Halbmeſſer von A und Q, d. i. im Verhältniße a : q ſeyn, ſ. **Rad an der Welle.** Mit einer dieſem l gleichen Gewalt wird alſo der Triebſtock von B, der dem Zahne des Rades Q im Wege ſteht, von L gedrückt. Es iſt daher ſoviel, als wäre L gar nicht da, aber an B wirkte die Laſt l. Soll nun dieſe durch eine Kraft λ am Umfange des Rades R gerade erhalten werden, ſo muß wiederum λ zu l im Verhältniße der Halbmeſſer b und r ſeyn. Mit einer dieſem λ gleichen Gewalt drückt der Zahn des Rades R gegen den ihn berührenden Triebſtock von C; daher es ſoviel iſt, als wäre auch l gar nicht da, aber an C wirkte die Laſt λ. Soll nun dieſe durch die Kraft K am Umfange von S erhalten werden, ſo

erfordert dies, daß ſich K : λ = c : s verhalte. Man hat daher

$$
\begin{aligned}
K : \lambda &= c : s \\
\lambda : l &= b : r \\
l : L &= a : q \\
\hline
\text{Mithin } K : L &= a.b.c : q.r.s
\end{aligned}
$$

Wenn z. B. jedes Rades Halbmeſſer den Halbmeſſer des zugehörigen Getriebes viermal enthält, ſo wird bey d ey Rädern K : L = 1 : 4 × 4 × 4 ſeyn, oder man wird eine Laſt von 64 Pfund mit 1 Pfund Kraft erhalten können.

Jeder Zahn des Rads Q treibt einen Stock des Getriebes B fort. Indem alſo Q einmal umläuft, wird das Getriebe B, und mit ihm das Rad R, ſo vielmal umlaufen, ſo vielmal die Anzahl der Triebſtöcke von B in der Anzahl der Zähne von Q enthalten iſt, d. i. (weil die Anzahlen der in einander greifenden, mithin gleich großen, Stöcke und Zähne, ſich wie die Umkreiſe von B und Q, oder wie die Halbmeſſer b : q verhalten) $\frac{q}{b}$ mal. Und aus ähnlichen Schlüßen folgt, daß, indem R einmal umläuft, C und S zugleich $\frac{r}{c}$ mal umlaufen müſſen. Indem alſo Q einmal herum kömmt, geht das letzte Rad S, $\frac{q \cdot r}{b \cdot c}$ mal um. Oder: um zu finden, wievielmal das ſchnellſte Rad herumgeht, indem das langſamſte einmal herumkömmt, muß man das Product aus den Halbmeſſern der bezahnten und wirklich eingreifenden Räder, durch das Product aus den Halbmeſſern der wirklich eingreifenden Getriebe dividiren. Statt der Halbmeſſer kan man aber auch die Anzahlen der Zähne und Triebſtöcke in dieſe Rechnung bringen.

Wenn ſich das Seil auf der Welle A einmal umgewunden hat, ſo iſt L um einen Raum erhoben oder fortgebracht, der der Peripherie von A gleich oder = $2\pi a$ iſt. Dabey iſt das Rad Q einmal, alſo das Rad S, $\frac{q \cdot r}{b \cdot c}$ mal

umgegangen. Die Kraft K aber hat bey jedem dieſer Umgänge einen Weg zurückgelegt, der der Peripherie von S gleich, oder = $2\pi s$ iſt. Hieraus hat man

$$\text{Weg von L : Weg von K} = 2\pi a : \frac{q.r}{b.c} . 2\pi s$$

$$= a.b.c : q.r.s = K : L$$

daß ſich alſo auch hier der Raum, durch den die Laſt bewegt wird, zum Wege, durch den die Kraft gehen muß, verhält, wie die Kraft zur Laſt im Falle des Gleichgewichts. Kan man z. B. mit 1 Pfund Kraft 64 Pfund Laſt erhalten, ſo muß bey wirklicher Bewegung die Kraft durch 64 Schuh gehen, wenn die Laſt um 1 Schuh bewegt werden ſoll. So verliert man auch hier an Raum und Geſchwindigkeit, was man an Kraft gewinnt.

Dieſe Theorie des Räderwerks leidet in der Ausübung Ausnahmen wegen des Reibens, dem die Zapfen an den Axen der Räder und Getriebe, in den Zapfenlöchern, worinn ſie liegen, unterworfen ſind, und wegen des Klemmens und Schiebens der Zähne und Triebſtöcke an einander. Das leztere kan man doch großentheils vermeiden, wenn man die Zähne und Stöcke ſo bildet, daß ſie ſich an einander nicht ſchieben, ſondern wälzen. Nach Leibnitzens Nachricht (Miſcell. Berol. To. I. p. 315.) hat **Römer** zuerſt entdeckt, daß die Zähne zu dieſer Abſicht eine epicykloidaliſche Geſtalt haben müſſen, welche **de la Hire** (Oeuvres diverſes in Mém. de l'Ac. roy. des ſc. depuis 1666 jusqu' à 1699. To. IX.) und **Euler** (Nov. Comm. Petropol. To. V.) genauer unterſucht haben. Die gewöhnlichen Geſtalten der Zähne und Kammen, deren Verzeichnung **Leupold** (Theatr. Machin. generale §. 85. Tab. 14 u. 15.) und **Beyer** (Mühlenſchauplatz. Cap. VII. §. 15.) lehren, geben ein Räderwerk, das ſo lang ſchüttert und ſtößt, bis ſich die Zähne ſelbſt an einander abgeſchliffen, und ſich eine bequeme Geſtalt gegeben haben. Das geſchieht aber vollkommner, wenn nicht bey allen Umläufen immer wieder einerley Zähne und Stöcke zuſammen kommen, ſondern jeder Stock des Getriebs nach und nach alle Zähne des Rads trift. Man er-

hält dieſes, wenn man für die Anzahlen der Triebſtöcke und der Zähne ſolche Zahlen wählt, die kein gemeinſchaftliches Maaß haben (numeri primi inter ſe), z. B. wenn ein Getriebe von 6 Stöcken in ein Rad von 29 Zähnen greift. Es iſt aber ſchwer, Räder nach Zahlen abzutheilen, die ſich nicht dividiren laſſen; daher dieſe Bemerkung im praktiſchen wenig benützt wird.

Ein ſehr zuſammengeſetztes Räderwerk dient nicht wohl zu Erhebung großer Laſten, theils, weil es koſtbar iſt, theils auch, weil beym Wirken der Maſchine die ganze Laſt auf einem einzigen Zahne und Stocke ruht, und dieſe daher viel leiden. Inzwiſchen findet man beym Leupold u. a. praktiſchen Schriftſtellern mancherley Hebzeuge, Krahne u. dgl. mit Räderwerk. Sehr bekannt iſt die Winde der Fuhrleute, bey der man mit einer Kurbel ein Getrieb umtreibt, das in eine bezahnte Stange eingreift, dieſelbe hebt, und dadurch die Axe eines Wagenrads, unter welche die Winde geſtemmt wird, in die Höhe bringt. Hier dienen die Zähne dazu, das Getriebe mittelſt der Stange mit der Laſt zu verbinden; und es iſt nur ein einziges Rad da, deſſen Welle das Getriebe vorſtellt, der Umkreis aber blos durch die Bewegung der Kurbel beſchrieben wird. Alſo wird die Kraft in dem Verhältniße verſtärkt, in welchem ſich der Halbmeſſer des Getriebes und die Länge der Kurbel befinden, ſ. Rad an der Welle. Iſt z. B. die Kurbel achtmal ſo lang, als der Halbmeſſer des Getriebes, ſo kan die Winde mit 1 Centner Kraft 8 Centner Laſt erhalten. Eben dieſe Bewandniß hat es mit den Kreuzwinden, durch welche die Kolbenſtangen der Luftpumpen aus und eingewunden werden, ſ. Luftpumpe. Bey der doppelten Winde der Fuhrleute greift das erſte Getriebe in ein Rad, an deſſen Axe ein zweytes erſt in die bezahnte Stange greifendes Getriebe ſteckt. Hiebey iſt eine wirkliche Zuſammenſetzung zweyer Räder, und die Verſtärkung der Kraft anſehnlicher.

Weit öfter aber, und insbeſondere bey allen Mühlen und Uhrwerken wird zuſammengeſetztes Räderwerk in der umgekehrten Abſicht gebraucht, nemlich, um durch eine ſtarke aber langſame Kraft Bewegungen mit großer oder

mit regelmäßiger Geſchwindigkeit hervorzubringen. In dieſem Falle bringt man die Kraft ſo an, daß ſie eine Welle in Bewegung ſetzt, deren Rad in das Getriebe eines zweyten greift u. ſ. f. So treibt das Waſſer vermittelſt des Mühlrads, der Wind vermittelſt der Mühlenflügel u. ſ. w. die Mühlwelle um, deren Kammrad einen Trilling von wenig Stöcken ſehr ſchnell dreht, und dadurch den daraufſtehenden Mühlſtein oder Läufer in eine geſchwinde Bewegung verſetzt. Eben ſo dreht das Gewicht der Uhr die Welle des Minutenrads, welches z. B. mit 80 Zähnen in ein Getriebe von 8 Stöcken greift, und dadurch das Mittelrad von 48 Zähnen umtreibt, welches wieder in ein Getriebe von 8 Stöcken greift, und dadurch das Kronrad von 48 Zähnen treibt. Dieſes Kronrad greift in ein Getriebe von 24 Stöcken, an deſſen Axe das Steigrad von 15 Zähnen ſteht. Dieſer Einrichtung zu folge läuft das Minutenrad einmal um, indem das Steigrad, als das ſchnellſte, $\frac{80 \cdot 48 \cdot 48}{8 \cdot 8 \cdot 24} = 120$mal umläuft. Iſt nun das Pendel ſo angebracht, daß nur aller 2 Secunden ein Zahn des Steigrads fortgelaſſen wird, ſ. **Pendel**, ſo dauert jeder Umlauf deſſelben (weil es 15 Zähne hat) 30 Secunden oder eine halbe Minute; es verrichtet alſo ſeine 120 Umläufe in 60 Minuten oder einer Stunde. Die Welle des Minutenrads wird ſich daher gerade in einer Stunde umdrehen, und in eben dieſer Zeit den an ihr ſteckenden Minutenzeiger einmal auf dem Zifferblatte herumführen. So dient hiebey das Räderwerk zu Erhaltung einer Bewegung von beſtimmter Geſchwindigkeit.

So kan man auch kleine Bewegungen weit größer und merklicher machen, wenn man ſie auf bezahnte Stangen wirken läſt, welche in Getriebe greifen, und dadurch Räderwerke treiben, an denen das letzte Rad oder ſtatt deſſen ein Zeiger 100 bis 1000mal ſchneller läuft, als die erſte Bewegung an ſich iſt. Ein Beyſpiel hievon giebt Muſſchenbroeks Pyrometer, ſ. **Pyrometer**.

Man kan auch Räder ohne Zahn und Getriebe durch eine **Schnur ohne Ende** (*corde ſans fin*), d. i. durch eine

zuſammengebundene Schnur verbinden, die um ihre Peripherien gelegt und ſtark angeſpannt wird. Ein Beyſpiel giebt Nollets Elektriſirmaſchnie (Th. I. Taf. VI. Fig. 112.). Wenn alsdann das große Rad einmal umgedreht wird, ſo läuft das kleine, oder der Würtel, ſo vielmal um, ſo vielmal ſein Halbmeſſer im Halbmeſſer des großen enthalten iſt.

Käſtner Anfangsgr. der angew. Math. Mechaniſche und Optiſche Wiſſ. Dritte Aufl. Göttingen, 1787. 8. Mechanik. §. 74 u. f.

Rauch, Fumus, *Fumée*. Dasjenige, was aus brennenden oder ſehr erhitzten Körpern in ſichtbarer Geſtalt entweicht, und in der atmoſphäriſchen Luft in die Höhe ſteigt, ohne doch zu glühen oder zu brennen. Wenn dieſe Ausflüße ſelbſt glühen, bilden ſie die **Flamme**. Aus den meiſten brennenden Körpern ſteigt Flamme und Rauch zugleich auf, ſo daß der Rauch da anfängt, wo die Flamme aufhört. Er iſt an den Grenzen der Flamme noch ſehr heiß, und läſt ſich daher durch Annäherung einer andern Flamme leicht wieder entzünden, beym Aufſteigen in der Luft aber wird er bald kälter. Viele ſtark erhitzte Körper ſenden auch blos Rauch aus (oder **dampfen**, wie die Dachte ausgeblaſener Kerzen), der bey Annäherung einer brennenden Kerze wieder in Flamme ausbricht. Dagegen giebt es auch Flammen ohne wirklichen Rauch, welche unter allen die reinſten und heiſſeſten ſind, ſ. **Flamme**.

Die Erſcheinungen geben zu erkennen, daß Rauch und Flamme zwar vieles gemein haben, aber doch auch weſentlich unterſchieden ſind. Das, was den Rauch ausmacht, bildete, als es noch glühte, die Flamme. Je vollkommner aber die Zerſetzung des brennenden Körpers iſt, deſto lebhafter ſind Flamme und Hitze, und deſto weniger entſteht Rauch, wie bey der argandiſchen Lampe. Dagegen dampft ein Körper deſto mehr, je unvollkommner ſeine Verbrennung von ſtatten geht, wie z. B. naſſes Holz, ein ausgeblaſener Dacht u. dgl. Demnach ſcheint das, was den Rauch ausmacht, der Flamme ſelbſt nicht weſentlich, ſon-

dern fremdartig zu ſeyn, und von einer nicht gänzlich vollendeten Zerſetzung des brennenden Körpers herzurühren. Das Product der reinſten Flammen würde den neuſten Muthmaßungen zufolge in bloßem Waſſer und vielleicht einigem Antheile von Säuren beſtehen.

Der Rauch enthält gröſtentheils die flüchtigen Theile des brennenden Körpers, er führt aber auch ſehr oft feuerbeſtändige Theile, die die Gewalt des Feuers fortgeriſſen hat, in großer Menge mit ſich. Daher beſteht er aus erdigten, ölichten, wäſſerichten, ſalzigen Stoffen, welche ſublimirt oder in Dampfgeſtalt aufgetrieben, und entweder mit der atmoſphäriſchen Luft vermiſcht werden, oder ſich an den erſten kalten Körper, der ihnen begegnet, unter der Geſtalt des Rußes anſetzen, ſ. Ruß.

Es giebt Körper, beſonders flüßige, welche bey ſtärkern oder ſchwächern Graden der Wärme an der Luft ohne Zerſetzung verdampfen. Man kan den Dämpfen dieſer Körper auch den Namen eines Rauchs geben, obgleich dieſer Rauch nichts weiter iſt, als der Stof des Körpers ſelbſt in Dampfgeſtalt. So nennt man die Dämpfe des Salzgeiſts und rauchenden Salpetergeiſts einen Rauch, und ſagt im gemeinen Leben, daß das kochende Waſſer und die heiſſen Speiſen rauchen.

Der Rauch ſteigt in der atmoſphäriſchen Luft auf, weil ihm Hitze und Verbindung mit dem Wärmeſtof eine größere ſpecifiſche Elaſticität geben, als die äußere Luft hat. Dieſe Elaſticität dehnt ihn ſo weit aus, bis er mit der Luft eine gleiche abſolute Elaſticität erhält, welches erſt erfolgt, wenn er dünner, als die Luft, mithin ſpecifiſch leichter, geworden iſt. Er ſteigt alſo aus eben dem Grunde, wie die mit erhitzter Luft gefüllten Montgolfieren, und zwar ſo weit, bis er in die Luftſchicht gelangt, welche mit ihm gleiche ſpecifiſche Schwere hat. Im luftleeren Raume ſinkt er abwärts, eben ſo auch in der ſehr verdünnten Luft auf den Gipfeln hoher Berge. Der Rauch des Aetna fließt aus dem Crater längſt der Seite des Berges hinab bis in die gleich ſchwere Luftſchicht, wo er ſich erſt wie eine Wolke ausbreitet.

Die Luftſäure oder fixe Luft zieht den Rauch der Kerzen und Fackeln an ſich, hält ihn feſt, und wird durch ihn ſichtbar, ſ. Gas, mephitiſches. Da dieſe Miſchung von Dämpfen und Luftſäure etwas ſchwerer iſt, als die atmoſphäriſche Luft, ſo ſinkt ſie in der letztern nieder. So kan man Rauch aus einer Flaſche in Gefäße gießen; wenn dieſe voll ſind, laufen ſie über, und der Rauch ſcheint an ihren Wänden herabzufließen.

Rauh, Aſper, *Apre*, *Inégal*, *Raboteux*. Rauh heißt ein Körper, oder vielmehr die Oberfläche eines Körpers, wenn einige ihrer Theile über die andern merklich hervorragen. Wir haben keinen Körper, der nicht, eigentlich zu reden, rauhe Oberflächen hätte, und ſelbſt an den geſchliffenen Flächen der Gläſer, Steine und Metalle entdeckt das Mikroſkop noch viele Erhöhungen und Vertiefungen. Wir können alſo die Rauhigkeit der Körper zwar vermindern, aber nie ganz vernichten; da die Körper Zwiſchenräume haben, ſo ſtellen dieſe auf ihren Flächen allemal die vertiefteren Stellen vor, über welche die Theile des Körpers ſelbſt hervorragen. Flächen, deren Rauhigkeit gering iſt, nennen wir glatt, ſ. Glatt, und die Rauhigkeit vermindern heißt Glätten oder **Poliren**. Wenn rauhe Flächen an einander hin verſchoben werden, ſo greifen die Erhabenheiten der einen in die Vertiefungen der andern, und veranlaſſen dadurch einen Widerſtand, den man das Reiben nennt, ſ. **Reiben**.

Raum, Spatium, *Eſpace*. Wir bezeichnen mit dem Worte Raum die Vorſtellung der Ausdehnung, oder des **Neben- und Umeinanderliegens** der Körper und ihrer Theile, ſ. **Ausdehnung**. Wenn wir uns den Körper ſelbſt gedenken, ſo müſſen wir uns nothwendig nebeneinanderliegende Theile deſſelben (partes extra ſe invicem poſitas) vorſtellen, ſo daß die innern von den äuſſern auf allen Seiten umſchloſſen werden. Nur hiedurch erhalten wir den Begrif von körperlicher Ausdehnung, der bey der Vorſtellung des Körpers ſelbſt noch mit dem Begriffe von

Undurchdringlichkeit, oder von einem materiellen Stoffe verbunden iſt. Eben ſo, wenn wir uns zween verſchiedene Körper zugleich gedenken, müſſen wir beyde auſſer einander (extra ſe invicem) ſetzen, weil uns unſere Sinne belehren, daß Eindrücke von verſchiedenen Körpern nie aus einerley Orte herkommen. Hiedurch erhalten wir den Begrif von Verſchiedenheit der Orte oder von Abſtand und Entfernung der Körper von uns, und von einander ſelbſt. Sondert man dieſe Begriffe ganz rein ab, und trennt ſie von der Vorſtellung des Körpers oder des undurchdringlichen Stoffes ſelbſt, ſo bleibt der Begriff der Ausdehnung allein oder des Raumes zurück, der den Gegenſtand der geometriſchen Betrachtung und Meſſung ausmacht, und deſſen Grenzen auf die Begriffe von Flächen, Linien und Punkten leiten.

So drückt der Name Raum blos eine Vorſtellungsart oder Denkform aus, welche eine nothwendige Bedingung unſerer Ideen von gleichzeitigen oder coexiſtirenden körperlichen Dingen iſt. Etwas ähnliches iſt für ſuccedirende Dinge die Zeit. Man kan alſo den Raum nicht mit den Epikuräern und einigen Neuern als ein für ſich beſtehendes Ding anſehen, deſſen Daſeyn vor der Körperwelt habe vorausgehen müſſen. Ob aber alle Räume, die wir uns in der wirklichen Welt vorſtellen können, in der That mit Körpern und Theilen derſelben erfüllt ſind, oder nicht, iſt eine andere Frage, von welcher man das nöthigſte bey dem Worte Leere findet.

Den Raum, den ein beſtimmter Körper einzunehmen oder zu erfüllen ſcheint, nennt man des Körpers Volumen oder Umfang, ſ. Volumen.

In der Lehre von der Bewegung wird unter dem Worte Raum die Länge des von einem bewegten Punkte zurückgelegten Weges verſtanden, ſ. Bewegung (Th. I. S. 327.).

Raum, leerer, ſ. Leere.

Raum, luftleerer, ſ. Leere.

Rautenglas, ſ. Polyeder.

Reaction, ſ. Gegenwirkung.

Reaumüriſches Thermometer, ſ. Thermometer.

Rechtläufig, Directus, *Direct.* So nennt man die Bewegung eines Planeten, oder auch den Planeten ſelbſt, wenn ſein ſcheinbarer Lauf unter den Fixſternen der Ordnung der himmliſchen Zeichen folgt, ſ. Folge der Zeichen. Man nennt auch die Kometen rechtläufig, wenn ſie nach dieſer Richtung unter den Fixſternen fortrücken. Aus der Sonne betrachtet ſind die Umläufe und Umdrehungen aller Planeten jederzeit rechtläufig. Unter den Kometen aber giebt es einige, deren Lauf in der That nach der entgegengeſetzten Richtung erfolgt, ſ. Rückläufig.

Recipienten, Vaſa recipientia, Excipula, *Recipiens.* In der phyſikaliſchen und chymiſchen Experimentalgeräthſchaft führen den Namen der Recipienten verſchiedene Gefäße, welche beſtimmt ſind, flüßige Materien aufzunehmen, die man entweder aufſammlen, oder durch irgend eine Bearbeitung verändern, oder in denen man das Verhalten eines andern Körpers unterſuchen will.

In der Chymie nennt man Recipienten oder **Vorlagen** diejenigen Gefäße, welche an den Hals oder Schnabel des Deſtillirgeräths angefügt werden, um die Producte der Deſtillation aufzufangen, ſ. Deſtillation. Man macht ſie von Glas, wegen der Unzerſtörlichkeit und Durchſichtigkeit dieſer Subſtanz, und giebt ihnen die Geſtalt von Kugeln (Ballons), Phiolen u. dgl.

Beym pnevmatiſch-chymiſchen Apparat heiſſen die Gefäße, in welchen man die entwickelten Gasarten aufſammlet, ebenfalls Recipienten. Hiezu ſchicken ſich am beſten gläſerne Cylinder, ſ. Pnevmatiſch-chymiſcher Apparat.

Auch beym Gebrauche der Luftpumpe nennt man die gläſernen Gefäße, unter welchen die Luft verdünnt oder verdichtet wird, Recipienten. Hier wird ihr oberer Theil halbkugelförmig, der untere cylindriſch gebildet, damit ſie wegen der runden Geſtalt dem Drucke des Luftkreiſes mehr widerſtehen, der platte Flächen leicht zerdrücken würde.

Dieſer Geſtalt halber führen ſie auch den Namen der Glo=
cken. Ihr unterer Rand wird genau abgeſchliffen, damit
ſie an den Teller der Pumpe feſt anſchließen, und oben wer=
den ſie der bequemern Behandlung wegen mit einem Glas=
knopfe verſehen. So kan man Körper, die auf dem Teller
liegen, oder vom obern Theile der Glocke herabhängen, in
verdünnter oder dichterer Luft beobachten, und ihr Verhal=
ten darinn unterſuchen, ſ. Luftpumpe (oben S. 84.).

Reciprocation der Pendel, Reciprocatio penduli, *Reciprocation du pendule.* Eine kleine Bewegung, die ſich nach der Behauptung einiger Naturforſcher an einem langen, ſonſt völlig ruhenden, Pendel aus der Urſache zeigen ſoll, weil die Stelle des Schwerpunkts der Erde, mithin auch die Richtung der Schwere, veränderlich iſt.

Daß ſich durch die Urſachen, welche Ebbe und Fluth bewirken, die Lage der Oberfläche der Gewäſſer und die darauf lothrecht gerichtete Vertikallinie oder Richtung des Falles der Körper ein wenig ändern müſſe, iſt aus der Theorie der Ebbe und Fluth leicht zu überſehen. Es iſt aber die Frage, ob dieſe äuſſerſt geringe Aenderung bey irgend einem Bleylothe oder Pendel merklich ſeyn könne. Ein Freund des Gaſſendi, Namens **Calignon de Peirins**, wollte im vorigen Jahrhunderte an einem Pendel von 30 Fuß Länge eine ſolche mit den Gange der Ebbe und Fluth übereinſtimmende Bewegung bemerkt haben, mit welcher das Pendel von 6 zu 6 Stunden etwas weiter nordwärts, und wieder zurück gienge. Gaſſendi nannte ſie **Reciprocation**, wie Ebbe und Fluth ſelbſt Reciprocatio maris heißt. Man findet die Geſchichte dieſer Verſuche und der darüber geführten Streitigkeiten in den Schriften der pariſer Akademie (Hiſtoire de l'Acad. roy. 1742.) erzählt; **Bouguer** (Sur la direction, qu' affectent les Fils-à-plomb in Mém. de Paris 1754. p. 250 ſqq.) hat endlich durch ſehr ſorgfältige Verſuche gefunden, daß die kaum merklichen Aenderungen, die man etwa in der Richtung ſehr langer Pendel wahrnimmt, nichts regelmäßiges und periodiſches zeigen, und alſo blos von zufälligen und localen Urſachen herrühren, nie=

mals aber einen beſtimmten Einfluß auf die Beobachtungen haben können.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſ. art. *Reciprocation du Pendule.*

Rectaſcenſion, ſ. Aufſteigung, gerade.

Rectification, Rectificirung, Rectificatio, *Rectification.* So nennt man die ſorgfältige Reinigung gewiſſer flüßigen Materien, vermittelſt der Deſtillation und Sublimation.

Wenn hiebey die heterogenen Subſtanzen flüchtiger ſind, als die Materie, welche von ihnen gereinigt werden ſoll, ſo geht das Unreine in die Vorlage über, und die rectificirte Materie bleibt im Deſtillirgefäße zurück. Iſt das übergetriebne ganz oder großentheils Waſſer, ſo heißt die Operation auch das **Dephlegmiren** oder **Entwäſſern,** wovon das Concentriren der Vitriolſäure ein Beyſpiel iſt.

Iſt aber derjenige Theil, den man rein zu erhalten wünſcht, der flüchtigere, ſo daß das heterogene bey der Deſtillation zurück bleibt, ſo heißt das Verfahren eine eigentliche **Rectification.** Von dieſer Art iſt die Rectificirung der weſentlichen Oele und des Weingeiſts, wodurch die Oele von den beygemiſchten brenzlichen und ſalzigen Theilen, und die brennbaren Geiſter von Waſſer und ölichten Beymiſchungen gereiniget werden.

Was bey dem Abziehen ſolcher Feuchtigkeiten, die die Weingährung überſtanden haben, übergeht, heißt **Brantwein** (Vinum aduſtum, *Eau de vie*), und iſt von der nöthigen Reinigkeit des Weingeiſts noch weit entfernt. Man verwandlet den Brantwein in Weingeiſt durch nochmalige Deſtillation bey gelindem Feuer im Waſſerbade, wobey der geiſtigſte Theil allezeit zuerſt übergeht, und den rectificirten **Weingeiſt** ausmacht. Es muß aber dieſe Operation, wenn man eine genugſame Menge Weingeiſt erhalten will, im Großen angeſtellt werden, z. B. nach **Baume's** Vorſchrift mit 300 Pinten Brantwein, wobey die zuerſt

übergehenden 12—15 Pinten einen höchſt rectificirten Weingeiſt geben.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Rectificiren.

Reduction, Reductio, *Réduction*. Die Beobachtungen geben uns oft Beſtimmungen, deren Größe von gewißen dabey vorhandenen veränderlichen Umſtänden abhängt, und die offenbar anders ausfallen würden, wenn dieſe Umſtände anders wären. Die Veränderung oder Verwandlung der Beſtimmungen in dasjenige, was ſie unter gegebnen andern Umſtänden ſeyn würden, heißt Reduction derſelben auf dieſe Umſtände.

So waren Längen und Breiten der Fixſterne in dem Verzeichniße des Hipparchus aus alten 150 Jahre v. C. G. gemachten Beobachtungen beſtimmt. Da das Vorrücken der Nachtgleichen die Längen ändert, ſo verwandlete Ptolemäus die Angaben in das, was ſie im Jahre 137 n. C. G. ſeyn muſten, und die Araber brachten ſie weiter auf das, was ſie für 880 n. C. G. werden muſten. Dies waren nicht neue Beobachtungen, ſondern bloße Reductionen des alten Verzeichnißes auf andere Jahre, ſ. Fixſternverzeichniße.

Wenn das Queckſilber im Barometer 26 Zoll 6 Lin. hoch ſteht, ſo giebt es zwar dadurch eine Beſtimmung des Drucks der Atmoſphäre, aber die Größe dieſer Beſtimmung hängt auch mit von der Wärme des Queckſilbers im Augenblicke der Beobachtung ab, die z. B. 40 Grad nach Fahrenheit war. Bey eben dem Drucke des Luftkreiſes würde das Queckſilber anders geſtanden haben, wenn ſeine Wärme 70 Grad nach Fahrenheit geweſen wäre. Man findet durch das beym Worte Barometer (Th. I. S. 263 u. f.) gelehrte Verfahren, daß ſein Stand alsdann faſt 26 Zoll 7 Lin. hoch würde geweſen ſeyn. Dieſe Veränderung der unmittelbaren Angabe des Barometers heißt eine Reduction auf die Temperatur 70 Grad.

Hat man Beſtimmungen zu vergleichen, die aus Beobachtungen unter verſchiedenen Umſtänden gezogen

ſind, ſo iſt allezeit eine vorgängige Reduction auf einerley Umſtände nöthig, weil man ſonſt Größen vergleichen würde, die ſich nicht auf einerley Einheit bezögen. Man thut dabey am beſten, wenn man eine gewiſſe Beſchaffenheit der Umſtände, als eine allgemeine Norm, feſtſetzt, und das Reſultat jeder Beobachtung gleich auf dieſe Norm reducirt, z. B. alle Angaben der Barometer auf die Temperatur von 16¾ reaumüriſchen oder 70 fahrenheitiſchen Graden, ſ. **Normaltemperatur.**

Reduction der Metallkalke, Wiederherſtellung der Metalle aus ihren Kalken, Reductio, *Réduction.* Dieſen Namen führt in der Chymie jedes Verfahren, wodurch ein Metall, welches die metalliſche Geſtalt und Eigenſchaften verlohren hatte, wiederum in den vorigen reguliniſchen Zuſtand verſetzt wird, ſ. **Metalle, Kalke, metalliſche.**

So, wie die Entziehung des Brennbaren die Metalle in Kalke verwandlet, ſo giebt die Wiedervereinigung mit dem Brennbaren den Kelken die metalliſche Geſtalt wieder, und bewirkt dadurch ihre Reduction. Die Kalke ſind ſehr geneigt, das Phlogiſton wieder anzunehmen, wenn man nur ihre Verkalkung oder Dephlogiſtication nicht allzuweit getrieben hat, und ihnen das Brennbare in einer ſchicklichen Geſtalt darbietet. Die Kalke des Bleys, Eiſens, Wißmuths, Kupfers werden durch bloße Berührung des Phlogiſtons in Dampfgeſtalt, z. B. durch die Dämpfe der Schwefelleber, reducirt; aber freylich, wenn ſie beträchtliche Maſſen ausmachen, nur auf der Oberfläche. Eben dieſe Kalke werden auch auf dem naſſen Wege aus den Auflöſungen in metalliſcher Geſtalt niedergeſchlagen, wenn man ſich einer Subſtanz, die ihnen Phlogiſton genug mittheilen kan, z. B. eines andern Metalls, zum Fällungsmittel bedient. So ſchlägt das Eiſen aus kupferhaltigen Waſſern Kupfer in metalliſcher Form nieder, ſ. **Cementwaſſer.** Aber auch hiebey bleiben die Theile des wiederhergeſtellten Metalls entweder ganz getrennt, oder werden doch nicht vollkommen zu gleichartigen dichten Maſſen verbunden.

Das beſte Hülfsmittel zu geſchwindern Reductionen iſt demnach die Schmelzung. Man vermiſcht den Kalk mit der gehörigen Menge von Kohlenſtaub oder andern viel Brennſtof abgebenden Materien, bringt eine Subſtanz hinzu, welche die Schmelzung und Scheidung des Metalls von den Schlacken erleichtert, und ſetzt das Ganze in verſchloßnen Gefäßen ohne Zutritt der äuſſern Luft dem Feuer aus.

Bey dieſen Reductionen wird allezeit eine große Menge Gas aus den Kalken entwickelt, welche ein beträchtliches Aufſchwellen der ganzen Maſſe verurſachet, daher man auch im Anfange nur ein mäßiges Feuer geben darf. Wenn man beym Reduciren Phlogiſton zugeſetzt hat, ſo beſteht das entwickelte Gas gröſtentheils aus Luftſäure oder fixer Luft.

Ein beſonderes Phänomen iſt es allerdings, daß die Kalke der edlen Metalle, ingleichen der ohne Zuſatz bereitete, und der rothe Queckſilberniederſchlag, durch die bloße Hitze in verſchloßnen Gefäßen, ohne Zuſatz von Phlogiſton, reducirt werden. Dieſe Erſcheinung kan nicht anders, als durch die genaue Vereinigung erklärt werden, welche in dieſen Metallen zwiſchen ihren Erden und dem Phlogiſton ſtatt findet. Die Kalke der edlen Metalle laſſen ſich wegen ihrer Feuerbeſtändigkeit nicht anders, als durch Auflöſungen und Niederſchläge bereiten, und es ſcheint dabey der gröſte Theil ihres Phlogiſtons noch in den Kalken zurückzubleiben, und bey der Schmelzung ohne weitern Zuſatz die Reduction zu bewirken. Von den Queckſilberkalken, ob ſie gleich durchs Feuer bereitet ſind, ſ. **Queckſilber**, muß man das nemliche ſagen, oder nach Crawfords Theorie annehmen, daß in ihnen der Grundtheil der reinen Luft mit Phlogiſton zu einem neuen Stoffe verbunden, zurückbleibe, und bey der Reduction durch die Hitze wiederum zerſetzt werde, wenn man nicht lieber geſtehen will, daß das ganze Phänomen bis jetzt noch nicht hinlänglich erklärt iſt.

Die wiederhergeſtellten Metalle wiegen weniger, als die Kalke, aus denen ſie bereitet ſind, ob ſie gleich einen Zuſatz von Phlogiſton erhalten haben. Dies erklärt ſich aber ſehr leicht und natürlich aus der Menge von Gas, wel-

che bey der Wiederherſtellung davon geht. Iſt die Reduction ohne Zuſatz von Phlogiſton geſchehen, wie bey den Queckſilberkalken, ſo beſteht dieſes Gas aus der reinſten dephlogiſtiſirten Luft, ſ. Gas, dephlogiſtiſirtes, (Th. II. S. 373. 374.), Kalke, metalliſche (Th. II. S. 735.), woraus es wahrſcheinlich wird, daß zu den Metallkalken überhaupt ein großer Antheil von reiner Luft komme, der ihr Gewicht vermehrt, und bey der Reduction wieder hinweggeht, durch zugeſetztes Phlogiſton aber auf eine noch unbekannte Weiſe fixe Luft oder Luftſäure hervorbringt.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſtem beſteht die Reduction in einer Entziehung des ſäureerzeugenden Grundſtofs (*principe oxygène*) der Kalke, welcher mit dem freyen Feuer allein verbunden reine Luft, mit Kohlenſtof und Feuer zugleich Luftſäure bildet, und deſſen Hinweggehen die natürliche Urſache der Verminderung des Gewichts iſt. Aus dieſer Vorſtellungsart erklären ſich alle obige Phänomene ganz leicht, wenn man annimmt, daß die Kalke der edlen Metalle und des Queckſilbers weniger Verwandtſchaft mit dem ſauren Grundſtoffe haben, als andere Metallkalke, bey denen der Kohlenſtof erſt als Zwiſchenmittel wirken muß, um ſie davon zu befreyen. Auch ſind Lavoiſier und Bayen durch dieſe Erſcheinungen vornehmlich bewogen werden, das Stahliſche Phlogiſton ganz zu verwerfen. Aber die angeführten Schwierigkeiten ſcheinen noch nicht wichtig genug, um ihrer leichtern Erklärung halber eine Vorſtellungsart aufzugeben, deren Wahrſcheinlichkeit ſich aus andern Gründen behaupten läſt, ſ. Phlogiſton.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Reduciren.
Hagen Grundriß der Experimentalchemie, §. 111 S. 244 u. f.

Reflexion, ſ. Zurückwerfung.
Reflexionswinkel, ſ. Zurückwerfungswinkel.
Refraction, ſ. Brechung.
Refractionswinkel, ſ. Brechungswinkel.

Regen, Pluvia, *Pluie*. Dieſen allgemein bekannten Namen führt das Herabfallen des Waſſers aus den Wol-

ken, in Geſtalt der Tropfen. Man kan es jetzt als einen durch unmittelbare Beobachtung erwieſenen Satz anſehen, daß die ſichtbaren Dünſte, d. i. Wolken und Nebel, ſchon tropfbares Waſſer in der Geſtalt von Dunſtbläschen enthalten, ſ. **Dünſte, Wolken.** Der Regen entſteht alſo, wenn dieſe Dunſtbläschen aus irgend einer Urſache zerplatzen, wobey ihr Waſſer ſich nach den gewöhnlichen Geſetzen der Anziehung und Schwere in Tropfen vereinigen, und durch die Luft herabfallen muß. Ich werde unter dieſem Artikel zuerſt die merkwürdigſten Phänomene des Regens erzählen, und dann einige Meinungen über die Urſachen der Entſtehung deſſelben anführen.

Man ſieht den Regen faſt niemals anders, als aus Wolken, fallen, unter welchen auch die ſchwärzeſten und undurchſichtigſten das meiſte Waſſer geben. Doch ſahe **Muſſchenbroek** im Sommer bey windſtiller Luft und einer großen faſt erſtickenden Hitze, wenige Regentropfen bey heiterm Himmel herabfallen.

Der gemeinen Meinung nach fallen allezeit flüßige Regentropfen, wenn die Regenwolke unterhalb der beſtändigen Schneegrenze ſteht, und die tiefern Luftſchichten nicht unter den Eispunkt erkältet ſind; auſſerdem entſteht ſtatt des Regens Schnee oder Hagel. Aber neuern Beobachtungen zufolge hat man Urſache zu glauben, daß auch Schnee und Hagel bisweilen in ſehr niedrigen Gegenden des Luftkreiſes entſtehen; ſ. **Hagel.** Inzwiſchen kan der Schnee der höhern Gegenden, wenn er unten durch wärmere Luftſchichten geht, in ſelbigen zerſchmelzen und ſich in Regen verwandeln. So bemerkt **Lambert** (Acta Helvet. Vol. III. p. 325.), daß es zu Chur in Bündten oft im Thale regnet, wenn auf dem nahe gelegnen Calandsberge Schnee fällt.

Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2360.) beſchreibt die gewöhnlichen Erſcheinungen des Regens auf folgende Art. Wenn es regnen will, zeigen ſich zuerſt zerſtreut ſchwebende weiſſe Wolken, die ſich immer mehr vereinigen, mit andern hinzukommenden ſich in eine gleichförmige Wolke zuſammenziehen und den ganzen ſichtbaren Himmel bedecken. Dieſe Wolken werden immer dich-

ter, ſenken ſich, verlieren die weiße Farbe, ſchwächen das Taglicht mehr oder weniger, und ſcheinen gegen die Erde zu gleichſam einen Rauch von ſich zu geben, bis ſie endlich den Regen ausgießen. Je weißer die Wolke iſt, deſto dünner iſt der Regen, und deſto kleiner ſind die Tropfen. Zuweilen iſt nicht der ganze Himmel überzogen, ſondern es ſchweben an demſelben nur einzelne ſchwarze und dichte Wolken, aus welchen es regnet; dieſer Regen (der Strichregen) hört auf, wenn der Wind die Wolke forttreibt, und der Himmel wieder heiter wird. Wenn eine gleichförmige Wolke den ganzen Himmel überzieht (Landregen), fallen die Tropfen gewöhnlich von gleicher Größe und gleich weit aus einander; hingegen ſind ſie ungleich und fallen bald dichter bald dünner, wenn der Himmel nach einer Gegend weißer, nach der andern dunkler ausſieht.

Wenn eine Wolke durchgehends gleichförmig, aber langſam, verdichtet wird, daß ſich die Dünſte nach und nach vereinigen, oder wenn die Verdichtung am untern Theile anfängt, und langſam nach oben zu fortgeht, ſo bilden ſich kleine Tropfen, welche langſam fallen, und es entſteht ein Staubregen (pſecas) ſ. **Naß Niedergehen**: fängt aber die Verdichtung am obern Theile an, ſo werden die Tropfen durch die Vereinigung mit mehreren, die im untern Theile während des Falles hinzukommen, größer. Verdichtet ſich eine ganze Wolke plötzlich, ſo fallen ſehr große und dichte Tropfen, oder das Waſſer fällt auf einmal in ganzen Maſſen herab. Dies ſind die **Platzregen** (imbres, *pluies d'orage*) und **Wolkenbrüche** (fracturae nubium, exhydriae). Die Tropfen ſind gewöhnlich an niedrigen Orten größer, als auf den Bergen, wie man dies auch an den Hagelkörnern bemerkt. Sehr oft fängt der Regen mit kleinen Tropfen an, wird allmählig bis zu einem gewiſſen Grade ſtärker und dichter, und hört endlich mit kleinen Tropfen wieder auf.

Selten beträgt der Durchmeſſer der Regentropfen über ¼ rheinl. Zoll; aber näher nach dem Aequator hin ſollen die Tropfen manchmal über einen Zoll im Durchmeſſer haben. Sie fallen, beſonders wenn ſie klein ſind, wegen des Wider-

ſtands der Luft ſehr langſam, und nicht mit beſchleunigter ſondern mit gleichförmiger Bewegung. **Pitot** (Mém. de Paris 1728.) berechnet, daß bey ſtillem Wetter ein Tropfen von einem Hundertmilliontheil Zoll Durchmeſſer nur 4 Zoll in einer Secunde falle. Fielen dieſe Tropfen, wie im luftleeren Raume, ſo würden ſie durch 6000 Fuß Fallhöhe die Geſchwindigkeit einer Kanonenkugel erhalten, und ein einziger Regenguß würde die ganze lebende Schöpfung zu Grunde richten.

Die Anzahl der Regentage (die mitgerechnet, an denen Schnee oder Hagel fällt) iſt ſehr ungleich. In Petersburg rechnet **Kraft** (Comment. Acad. Petropol. Vol. IX. p. 348.) deren jährlich nicht mehr, als 40; **Muſſchenbroek** in Leiden 107; in Chur zählte **Lambert** 138 heitere, 112 trübe, 115 Regentage, und **Bergmann** giebt für Abo in Schweden jährlich 146 Regentage an. Es giebt Länder, wo es ſehr ſelten regnet, und in der heiſſen Zone fällt die Regenzeit gewöhnlich nur in die Monate, in denen die Sonne am höchſten ſteht. **Muſſchenbroek** (Introd. To. II. §. 2365.) giebt ein ziemlich ſtarkes Verzeichniß von den Regenzeiten verſchiedener Länder aus Reiſebeſchreibungen, woraus man ſieht, daß hiebey faſt alles von der Lage gegen Meer, Seen, Flüße, Gebirge und Waldungen abhange. Holland hat zwar nicht ſo viel Regen, als manche andere Länder, aber faſt immer trüben Himmel; Leiden z. B. ſieht im Durchſchnitt genommen jährlich nur 28 völlig heitere Tage.

Die Menge des gefallenen Regens mißt man durch ein eignes Werkzeug, ſ. **Regenmaaß**, und drückt ſie durch die Höhe aus, in welcher das gefallene Waſſer die Fläche, die es traf, bedecken würde, wenn es ſich gleichförmig über dieſelbe verbreitete. Seit der Mitte des verfloßenen Jahrhunderts hat man angefangen, Beobachtungen hierüber zu ſammlen, und daraus die jährliche Summe des aus dem Luftkreiſe fallenden Niederſchlags zu berechnen, wozu aber auſſer dem Regen auch der Schnee, Hagel, Thau, Reif u. dgl. gerechnet werden muß. Die Schätzung des Thaues

hat hiebey die meiſten Schwierigkeiten gemacht, und iſt an manchen Orten ganz unterlaſſen worden.

Briſſon giebt aus der Connoiſſance des tems eine Ueberſicht der von 1702 bis 1757 jährlich zu Paris gefallenen Regen und Schneemengen, wovon ich hier nur die Durchſchnitte von 10 zu 10 Jahren mittheilen will

Von	1702 — 1710	18 Zoll	6 Lin.
—	1711 — 1720	17	1
—	1721 — 1730	13	9
—	1731 — 1740	16	—
—	1741 — 1750	15	7
—	1751 — 1757	20	—

Das Mittel hieraus iſt 16 Zoll 10 Lin. Die Jahre ſind aber ſehr verſchieden, z. B. 1711 beträgt der Regen 25 Zoll 2 Lin. 1723 nur 7 Zoll 8 Lin. Von 1779 bis 1785 war das Mittel aus 7 Jahren für Paris 18 Zoll 9 Lin.

Folgende Tafel iſt auch aus Briſſon, ihr gröſter Theil aber ſteht ſchon beym Muſſchenbroek.

Jährliche Menge des Regens zu

Utrecht	= 24 rheinl. Z.	Piſa	= $34\frac{1}{2}$ pariſer Zoll
Leiden	= $29\frac{1}{3}$ —	Zürich	= 32 —
Harlem	= 24 —	Ulm	= $26\frac{1}{8}$ rheinl. Zoll
Haag	= $27\frac{1}{2}$ —	Wittenberg	= $16\frac{1}{2}$ —
Delft	= 27 —	Berlin	= 20 —
Dordrecht	= 40 —	Lancaſter	= 41 londn. Zoll
Middelburg in Zeeland	= 33 —	Upminſter	= $29\frac{1}{2}$ —
Im Süderſee	= 27 —	Plymouth	= 30,909 —
Harderwyk	= 27 —	Edinburgh	= 22,518 —
Paris	= 20 pariſ. Z.	Upſal	= 15 ſchwed. Dec. Z.
Lion	= 37 —	Algier	= 27—28 londn. Z.
Rom	= 20 —	Madera	= 31 —
Padua	= $37\frac{1}{2}$ —	Charlestown	= 51 —

Man wird hieraus ſchon überſehen, daß die Ungleichheit nach Zeit und Ort ſehr groß iſt, und es ſchwer macht,

zur allgemeinen Berechnung über die ganze Erdfläche ein ſchickliches Mittel zu wählen. Bergmann glaubt, man könne 30 Zoll jährlich für das allgemeine Mittel nehmen; denn wenn es gleich an einigen Orten faſt gar nicht regne, und in Europa die mittlere Höhe meiſtens nur 15 — 20 Zoll betrage, ſo gebe es doch Orte, wo es faſt immer regne, und andere, wo das Waſſer zu gewiſſen Zeiten faſt herunter gegoſſen werde. Unter dieſer Vorausſetzung beträgt die Menge des jährlichen Niederſchlags über die ganze Erdfläche (weil 30 Zoll = $\frac{1}{9130}$ geogr. Meile) $\frac{9282060}{9130}$ = 1016 geographiſche Cubikmeilen. Im Ganzen genommen muß der Niederſchlag aus dem Luftkreiſe eben ſoviel wieder abführen, als die Summe aller Ausdünſtungen zuführt, ſ. Ausdünſtung, weil ſonſt der Luftkreis ein beſtändiges Zu- oder Abnehmen ſeines Gewichts zeigen müſte, dergleichen doch die Barometer nicht angeben.

Von einigen Orten hat man beſondere Beobachtungen, woraus erhellet, daß an eben derſelben Stelle in der Höhe weniger Regen fällt, als in der Tiefe. D. Heberden (Philoſ. Trans. Vol. LIX. P. I.) fand, daß ſich oben auf der Kirche der Weſtminſter Abtey, auf einem Hauſe daneben, und noch 15½ Fuß tiefer, die Regenmengen alle Monate, wie 5, 8 und 10 verhielten, und auf einem Berge in North-Wales verhielt ſich binnen 4 Monaten der Regen auf dem Gipfel zu dem am Fuße, wie 8,165 zu 8,766.

Gewöhnlich iſt das Regen- und Schneewaſſer ſehr rein, und zu den meiſten chymiſchen Operationen eben ſo wohl, als das deſtillirte, zu gebrauchen, wenn es mit der gehörigen Vorſicht aufgefangen worden iſt. Zu dieſer Abſicht aber muß es bey einem ſtillen Regen ohne Sturm, und wenn es bereits eine Zeitlang geregnet oder geſchneyt hat, unter freyem Himmel, entfernt von den Wohnungen der Menſchen, in irdenen, oder noch beſſer in weiten gläſernen Gefäßen, aufgefangen ſeyn. Dennoch enthält es nach Marggraf (Chym. Schriften, Th. I. Num. XVIII. §. 7.) und Bergmann (De analyſi aquarum §. 4.) noch immer etwas ſalzſäurehaltiges Kalkſalz und einen geringen Antheil Salpeterſäure.

Da ſich im Luftkreiſe mancherley fremdartige Materien befinden, wovon die Sonnenſtäubchen ein bekanntes Beyſpiel ſind, auch leichte Körper ſchon durch eine ſchwache Bewegung der Luft in die Höhe gehoben und lange Zeit darinn erhalten werden können, ſo darf es nicht befremden, wenn der Regen bisweilen heterogene Dinge mit ſich bringt, oder ſonſt in ſeiner Farbe u. dgl. etwas beſonderes zeigt. So fällt bisweilen mit dem Regen Erde, Sand, Blumenſtaub von Pflanzen, insbeſondere von Nadelhölzern, Saamen von Pflanzen, ausgeworfene Aſche aus den Vulkanen u. dgl. herab. Ohne Zweifel ſind durch ſolche Begebenheiten die abentheuerlichen Erzählungen des Alterthums und der mittlern Zeit von mancherley wunderbaren Regen veranlaſſet worden, wobey man aber auch vieles für Spuren des Regens gehalten hat, was gar nicht aus dem Luftkreiſe gekommen war.

Schwefelregen wird von **Spangenberg** (Mannsfeld. Chronik beym J. 1658.) und andern beym Muſſchenbroek angeführten Schriftſtellern häufig erwähnt. Nach **Scheuchzer** (Meteorologia Helvet. p. 14.) fiel 1677 ein gelber Regen ſo reichlich, daß auf dem Zürcherſee und den benachbarten Brunnen ein gelbliches Pulver ſchwamm. Eben dies beobachtete **Hollmann** 1749 in Göttingen (Comm. Gotting. Vol. III, p. 59.) und **Griſchow** in Berlin. Am 19 April 1761 fiel zu Bourdeaux mit dem Regen ein gelbes Pulver herab, das den Boden hie und da auf 2 Lin. hoch bedeckte; man ſchickte Proben davon an die pariſer Akademie, und die Phyſiker erkannten es einſtimmig für den Blumenſtaub von Tannen, welche um Bourdeaux ſehr häufig ſind und eben damals blühten.

Homer (Iliad. Rhapſ. λ.), **Cicero** (De divinat. L. II.), **Livius** (XLII. 20.), **Plinius** (H. N. II. 56.) erwähnen **Blutregen**, dergleichen auch neuere, z. B. **Gemma Friſius** (Coſmograph. L. II. c. 2.) anführen. **Gaſſendi** (Vita Peireſcii Lib. II.) erzählt von **Peireſc**, er habe nach einem vermeinten Blutregen in Frankreich die rothen Flecke, die man für Spuren der Regentropfen hielt, auch an bedeckten Orten gefunden, und entdeckt, daß ſie von rothen

Inſecten herrührten, dergleichen auch Hildebrand (Acta litterar. Svec. an. 1731. p. 23.) 1711 im Regen gefunden hat. Auch giebt es Schmetterlinge, welche indem ſie aus den Larven hervorgehen, einige rothe an Steinen und Mauren klebende Tropfen von ſich geben, welche von Leichtgläubigen für Blutstropfen gehalten werden können. Dennoch führt Bergmann an, daß am 9 Oct. 1764 zu Cleve, Utrecht und an mehr Orten wirklich ein röthlicher Liquor im Regen herabgefallen ſey.

Von angeblichen Weizen- und Kornregen führt Muſſchenbroek Beyſpiele an, die durch Taxusſaamen und Weſpenlarven, welche der Wind umhergeſtreut hatte, veranlaſſet waren. Wenn es in Gegenden regnet, wo das kleine Schellkraut (Ranunculus Ficaria, Chelidonium minus) häufig wächſt, ſo entblößt der Regen die feinen Wurzeln deſſelben, deren herumgeſtreute Zwiebeln leicht für herabgefallene Körner können angeſehen werden. Stein- Sand- Aſchenregen ſind theils Wirkungen der Vulkane, theils werden in ſandigen Gegenden, oder nach vorhergegangener Dürre, oftmals Sand und Staub vom Winde bis zu beträchtlichen Höhen erhoben und weit fortgeführt, daher ſie an entlegnen Orten mit dem Regen wieder herabfallen. Nach einem Sturme iſt das erſte Regenwaſſer gewöhnlich ſo ſtark mit Staub vermiſcht, daß es einen groben erdigten Bodenſatz fallen läßt. Prieſtley (Exp. and Obſ. rel. to various branches. etc. Vol. II. 1781.) fand auch, daß alle aus Erden entwickelte Luftarten eine weiſſe Materie enthalten, die ſich erſt abſetzt, wenn die Luft kalt wird. Die Milch- Fleiſch- Froſch- Regen u. dgl. ſind Fabeln, wozu vielleicht locale Zufälle Gelegenheit gaben. Avicenna führt ſogar einen Kälberregen (vitulis pluiſſe) an. So hat man einen Bret- und Ziegelregen, ſagt Muſſchenbroek, wenn der Sturm ein Dach mitnimmt.

Bisweilen bringt der Regen ſoviel Elektricität mit herab, daß er leuchtet. Bergmann ſahe 1759 im September zween ſolche Feuerregen, deren Tropfen auf dem Felde und gegen andere Körper Funken gaben, ſo daß es in dieſen zwo dunklen Nächten nicht anders ausſahe, als

wenn das ganze Feld mit Feuer überzogen wäre. Er glaubte, das Taglicht möge oft hindern, dieſe Regen für leuchtend zu erkennen.

Gewöhnlich fällt das Barometer bey bevorſtehendem Regen, und ſteigt wieder, wenn der Himmel heiter werden will. Dieſe Regel iſt aber bey weitem nicht ohne Ausnahme, ſ. Barometerveränderungen.

Der Regen gehört zu den wohlthätigſten Veranſtaltungen des Schöpfers. Er befeuchtet den Boden, unterhält und befördert die Vegetation, reiniget und erfriſchet die Luft, mäßigt die Hitze, giebt den Thieren ihren Trank, und den Quellen und Flüßen den gröſten Theil ihres Waſſers. Dieſe Vortheile überwiegen bey weitem den Schaden, den allzuheftige Ausbrüche oder allzulanges Anhalten deſſelben bisweilen veranlaſſen.

Meinungen über die Urſachen des Regens.

Man hat das Herabfallen des Regens von jeher als das Umgekehrte von dem Aufſteigen der Dünſte betrachtet. Vor der Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts fiel es noch keinem Phyſiker ein, daß das in den Luftkreis ſteigende Waſſer aufgelöſet oder zerſetzt werden, ſeine tropfbare Geſtalt verlieren, ein elaſtiſches Fluidum bilden könne u. ſ. w. Man begnügte ſich, eine mechaniſche Zertrennung des Waſſers in ſehr feine Theilchen, höchſtens in dünne mit einer feinen Materie angefüllte Bläschen anzunehmen, die entweder durch den Stoß des Feuers, oder durch ihre ſpecifiſche Leichtigkeit in die höhern Regionen des Luftkreiſes getrieben würden, ſ. Ausdünſtung. Man ließ dieſes Waſſer ſich unter der Geſtalt der Wolken ſammlen, und im Luftkreiſe ſo lange verweilen, bis die Menge zu groß würde oder die Theilchen zu dicht an einander kämen, um von der Luftſchicht, in der ſie ſchwebten, länger getragen zu werden. Alsdann muſten die Theilchen ſich vereinigen, oder die Bläschen zerplatzen, und es erfolgte hieraus der Fall der Tropfen.

So nahm man Verdichtung der Dünſte als nächſte Urſache des Regens an, und begnügte ſich, einige entfern-

tere Urſachen nahmhaft zu machen, welche dieſe Verdichtung bewirken könnten, z. B. Erkältung, Verdünnung der Luſt, Stoß der Winde, beſonders entgegengeſetzter, oder ſolcher, die die Wolken gegen Berge drücken u. dgl.

Zu dieſen Urſachen ſetzte Beccaria (Lettere dell' elettricismo. Bologna, 1754. 4maj.) noch die Elektricität, deren Stärke ſich an ſeinem Elektrometer ziemlich genau, wie die Menge des gefallenen Regens, verhielt. Er führte die Aehnlichkeit der Regenwolken mit den offenbar elektriſchen Gewitterwolken, das Leuchten der Regentropfen, die gleichförmige Verbreitung der Wolken und Tropfen, die Phänomene des Luftelektrometers, und die gewöhnliche Begleitung der Gewitter mit Regen als ſtarke Gründe für ſeine Meinung an, und erklärte demnach die Entſtehung des Regens auf folgende Art. Aus der Erde ſteigt die Elektricität da, wo ſie ſich im Ueberfluße befindet, auf und nimmt eine große Menge Dünſte mit ſich in die höhern Gegenden. Dieſelbe Urſache, welche die Dünſte ſammlet, verdichtet ſie auch mehr und mehr, und bringt die Theilchen endlich zur Berührung, ſo daß ſie in Tropfen herabfallen. Die Wolke verbreitet ſich von dem Orte ihrer Entſtehung gegen diejenigen Stellen der Erdfläche, welche zu wenig elektriſche Materie haben, und theilt ihnen durch den ausgegoßenen Regen mehr davon mit, daß alſo durch den Regen das elektriſche Gleichgewicht wieder hergeſtellt wird. Wenn ſich Beccaria iſolirt mit dem Reibzeuge einer Elektriſirmaſchine verband, und geſchmolznes Geigenharz in einen mit dem Conductor verbundenen Löffel tröpfelte, ſo zog der Rauch längſt ſeinem Arme und am ganzen Körper bis zu der andern mit dem Reibzeuge verbundenen Hand hin, und bildete eine Wolke, deren untere Fläche mit den Kleidern parallel, die obere hingegen geſchwollen und gewölbt war. Eben ſo bilden ſich nach ihm die Regenwolken, indem ſie den negativen Stellen der Erde die Elektricität der poſitiven zuführen. Dieſe Erklärung fand ſoviel Beyfall, daß ſeit dieſer Zeit die meiſten Phyſiker die Elektricität mit zu den veranlaſſenden Urſachen des Regens gezählt haben.

Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2363.) leitet die Entſtehung des Regens hauptſächlich von den Winden her, nimmt aber doch auch hier, wie bey der Ausdünſtung, die Elektricität zu Hülfe. Gegenwart der Elektricität iſt bey ihm eine Urſache des Aufſteigens und der Erhaltung der Dünſte im Luftkreiſe; Entziehung der Elektricität alſo eine Urſache ihres Herabfallens oder des Regens. Wenn eine weniger elektriſche Wolke einer mehr elektriſchen und waſſerreichern begegnet, und ihr Elektricität entzieht, ſo wird die erſte nunmehr höher aufſteigen, die letzte aber ſinken und ſich in Regen verdichten. Verliert ſie noch nicht genug durch eine einzige Begegnung, ſo wird ſie in der Folge mehr Wolken antreffen, die ihr mehr entziehen, bis ſie ganz aufgelöſet iſt. Die Haupturſachen des Regens aber ſind doch die Winde, und die Gährungen der Dünſte, welche Wind erzeugen, daher auf heiſſe Nachmittage und Abende, wo dieſe Gährungen ſtark ſind, gemeiniglich in der Nacht und den Tag darauf Regen folgt. Vornehmlich bringen diejenigen Winde Regen, welche 1.) von oben herab auf die Wolken treffen, ſie verdichten, ihre Elektricität wegnehmen und die Dünſte zuſammen drücken, 2.) welche Luft mit Dünſten vom Meere her über das Land führen und gegen Anhöhen, Berge und Wälder treiben, durch deren Berührung die Wolken ihre Elektricität verlieren, daher es auch in gebirgigen Gegenden mehr regnet, 3.) die gegeneinanderſtoßenden Winde, welche die Wolken zuſammendrücken, wie im äthiopiſchen Meere, Guinea gegen über, die von allen Seiten zuſammentreffenden Winde die Wolken plötzlich zu Waſſer zerdrücken, welches oft ſtromweis aus der Luft herabfallt. Endlich tragen auch die Wälder wegen ihrer ſtarken Ausdünſtung viel zum Regen bey. Schweden hat wegen ſeiner ſtarken Waldungen häufige Platzregen, und die Antillen waren weit feuchter, ehe die Wälder daſelbſt ausgerottet wurden. Bouguer führt an, daß es in Peru von der Mündung des Guajaquil bis nach Panama, in einem wälderreichen Striche von 300 Meilen ſehr oft regne, hingegen von Guajaquil 400 Meilen weit mit-

tagwärts, wo der Boden frey und ſandig ſey, gar kein Regen falle.

Man ſieht aus dem Beyſpiele dieſer muſſchenbroekiſchen Erklärung, der die übrigen im Hauptwerke ähnlich ſind, daß man das Waſſer damals in ſeiner gewöhnlichen Geſtalt im Luftkreiſe ſuchte, wobey es ſchwer war, ſein Aufſteigen zu erklären, und mit dem Gange des Barometers zu vereinigen, da hingegen die Verdichtung und das Niederfallen an ſich den Phyſikern wenig Mühe machte. Die Elektricität war denen ſehr willkommen, die das Aufſteigen zu erklären ſuchten; alſo ſahe man ſie auch gern als mitwirkende Urſache des Niederfallens an, zumal da man bey jedem Regen unläugbar Elektricität bemerkt. Der Abt **Bertholon de St. Lazare** erklärt alle wäßrige Meteore aus Elektricität der Luft und Wolken, die der Elektricität der Erdfläche ungleichartig iſt, und zwiſchen beyden eine Anziehung verurſachet. Dadurch zieht entweder die Luft die Dünſte aufwärts, wie beym Thau und Nebel, oder die Erde zieht ſie niederwärts, wie beym Regen. Sind viel Dünſte aufgezogen worden, und es wird darauf das Gleichgewicht wieder hergeſtellt, ſo fallen ſie wieder herab, daher die plötzlichen Ergießungen bey Gewittern kommen; dauren die entgegengeſetzten Elektricitäten lange Zeit, ſo können ſich die Dünſte lang im Luftkreiſe erhalten u. ſ. w.

Aber alle dieſe Erklärungen ſind unzureichend geworden, ſeitdem **Hamberger** und **Le Roi** angefangen haben, die Ausdünſtung als eine chymiſche Auflöſung des Waſſers in der Luft zu betrachten. Dieſer Gedanke führt von ſelbſt darauf, den Regen als eine Art des **Niederſchlags** aus dieſer Auflöſung anzuſehen. Das Waſſer ſchwebt nun nicht mehr in blos zertrennten Theilchen, ſondern aufgelößt und in ganz veränderter Geſtalt in der Luft, und nimmt Antheil an ihrer elaſtiſchen Form. Bey dieſer Vorſtellung befriedigen die mechaniſchen Urſachen der Verdichtung, und ſelbſt die Elektricität, nicht mehr; man fragt nach einer chymiſchen Urſache, die dem elaſtiſchen Dunſte die tropfbare Geſtalt des Waſſers wiedergeben kan. **Le Roi** ſelbſt nimmt nach den bekannten chymiſchen Grundſätzen an, die Luft

könne bis zur Sättigung mehr Waſſer auflöſen, wenn ſie wärmer ſey. Dem zu Folge wird eine mit Waſſer geſättigte Luftſchicht, wenn ſie kälter wird, deſto mehr davon fallen laſſen, je mehr ſie erkaltet, ſ. Ausdünſtung. Allein dieſer erſte Entwurf einer Theorie war noch ſehr unvollkommen; denn die Phänomene zeigen allzudeutlich, daß Erkältung der Luftſchichten nicht die einzige Urſache des erfolgenden Niederſchlags ſeyn könne. Die Herren de Sauſſure und de Lüc haben bey ihren mühſamen Unterſuchungen der Hygrometrie und Meteorologie, auch hierüber mehr Licht zu verbreiten geſucht, obgleich ihre Theorien in den Hauptpunkten gar ſehr von einander abweichen.

Herr de Sauſſure (Eſſais ſur l'hygrometrie. à Neuchâtel. 1783. 8. Eſſai III.) nimmt, wie ſchon beym Worte Dämpfe beygebracht iſt, den reinen elaſtiſchen Dampf für ein durch Feuer oder Wärmeſtof aufgelöſtes und in Dampfgeſtalt gebrachtes Waſſer an. Dieſen Dampf löſt die Luft auf, und es entſteht hieraus aufgelöſter elaſtiſcher Dampf. Iſt eine Luftmaſſe damit überſättiget, ſo ſchlagen ſich die überflüßigen Dünſte entweder gleich als kleine Tröpfchen nieder, welche die erſte Anlage zum Regen geben, oder ſie bilden ſich zu Dunſtbläschen, aus deren Anhäufung die Nebel und Wolken entſtehen, ſ. Dünſte (Th. I. S. 627 u. f.). Zur Bildung ſowohl als zur Zerſtörung dieſer Bläschen ſcheint ein eigner noch unbekannter Umſtand erforderlich zu ſeyn. Die Bläschen entſtehen nie anders, als in völlig geſättigter Luft, in welcher das Hygrometer die gröſte Feuchtigkeit zeigt, und löſen ſich bisweilen wieder auf, wenn durch Wärme, oder andere Urſachen, die Auflöſungskraft der Luft zunimmt. Vielleicht iſt ihre Entſtehung eine Folge der Elektricität. Hieraus würde wenigſtens begreiflich werden, warum ſich eine Wolke oft nach einem Donnerſchlage plötzlich in Regen auflöſet. Die Blaſen entſtehen erſt in der Luft, und oft ſieht man ſie in ganz heiterer Luft in einem Augenblicke erſcheinen und eine Wolke bilden. Es ſcheint alſo in einer mit elaſtiſchem Dampfe geſättigten Luft nur eines einzigen Umſtandes zu bedürfen, um dieſen Dampf augenblicklich in Bläschen zu ver-

wandlen; ſo wie die Aufhebung dieſes Umſtands die Bläschen ſogleich zu Waſſertropfen verdichten kan.

Herr de Sauſſüre iſt um ſo mehr geneigt, dieſen Umſtand in der Elektricität zu ſuchen, da die elaſtiſchen Dämpfe mit Hülfe der Wärme oft ſehr hoch ſteigen, in der Höhe aber die elektriſche Materie ſehr frey wirkt, daher die Dämpfe eine leitende Verbindung zwiſchen den obern Gegenden und der Erde machen, und beſtändig Elektricität ab- und zuführen können. Er erklärt daher die fürchterlichen Meteore, welche die Dämpfe in großen Höhen hervorbringen. So ſind beträchtliche Ausbrüche der Vulkane mit Bliz und Donner begleitet, Hagel und Nordlicht wirken auf das Elektrometer; Orkane, Waſſerhoſen u. dgl. ſcheinen Wirkungen elektriſcher Ströme zu ſeyn, welche von den Dämpfen der höhern Gegenden angezogen werden, u. ſ. w. So möge wohl auch Entſtehung der Wolken und des Regens als die Wirkung einer gemäßigtern Elektricität zu betrachten ſeyn.

Wenn die Luft ſehr durchſichtig iſt, und entfernte Gegenſtände vollkommen deutlich erſcheinen, ſo folgt gemeiniglich Regen; hält die gute Witterung einige Tage an, ſo wird die Luft trüb und undurchſichtig. Dieſen ſonderbaren Umſtand erklärt Herr de S. auf folgende Art. Wenn bey heiterm Wetter ölichte und andere nicht wäſſerige Dünſte die Luft trüben, ſo ſchweben ſie in derſelben in Blaſengeſtalt; alſo iſt der Umſtand vorhanden, der zu Erzeugung der Bläschen erfordert wird. Iſt alſo auch die Luft mit Feuchtigkeit geſättigt, ſo fällt doch das Ueberflüßige nicht gleich im Regen herab, ſondern nimmt erſt auf einige Zeit die Geſtalt der Blaſen an. Aus der Farbe der Wolken, welche vor der Sonne ſtehen, kan man auf die bevorſtehende Witterung ſchließen. Zeigen dieſe Wolken Regenbogenfarben, oder ſieht man Höfe und Ringe um den Mond auſſer der Zeit des Thaues, ſo zeigt dies allemal baldigen Regen an.

Den gewöhnlichen Gang der Vertheilung der Dünſte ſtellt ſich Herr de S. ſo vor. In einer völlig troknen Luft werden bey Sonnenaufgang Dünſte aus der feuchten

Erde von der Luft aufgelöſet: die dadurch vergrößerte und von der Sonne erwärmte Luftſäule breitet ſich abendwärts aus; auch erhebt ſich die Luft, und ſteigt durch einen verticalen **Wind** mit den Dünſten in die Höhe. Dieſer Abgang wird von der Nordſeite her durch kältere und dichtere Luft erſetzt. Dies dauret fort, bis endlich die Luft mit Feuchtigkeit geſättiget iſt. In einer **völlig geſättigten Luft** müſſen bey Sonnenaufgang Bläschen entſtehen; die von der Sonne erwärmte Luft muß dieſe wieder auflöſen, und die Feuchtigkeit durch den **verticalen Wind** mit ſich in die höhern Regionen führen, wo ſie ſich wieder erkältet und einen Theil der aufgelöſten Feuchtigkeit fallen läſt, welcher Wolken oder Regen bildet, und endlich der Erde alle aufgeſtiegne Feuchtigkeit wiedergiebt. Alſo bleibt doch auch in dieſem Syſtem **Erkältung** die Urſache des Zurückkehrens der Feuchtigkeit, wenn gleich letztere durch Elektricität, oder irgend einen andern Umſtand, bisweilen noch eine Zeitlang in Geſtalt der Bläschen zurück gehalten wird.

Herr **de Lüc** (Neue Ideen über die Meteorol. Th. II. §. 597 u. f.) ſetzt dieſer Erklärung des Regens entgegen, daß das **Erkalten** der Luft eine unzureichende Urſache, der Unterſchied der Wärme viel zu gering, und die Menge der aufgelößten Dünſte, welche die Luft, ſelbſt bey ihrem Sättigungspunkte enthalten kan, nach Hrn. de S. eignen Beobachtungen, zu klein ſey, um die ſo oft entſtehenden plötzlichen Regengüſſe mitten in der Nacht zu erklären. Der angebliche verticale **Wind** ſey durch keine Erfahrung beſtätigt; vielmehr dehne ſich die ganze erwärmte Luftmaſſe gleichförmig aus, und die mit Dünſten erfüllte untere Luft komme mit der obern kältern nicht in Berührung, ſondern hebe nur die letztere höher über ſich, daher die Urſache der Verdichtung der Dünſte wegfalle. Ueberdies werde hiebey eine feuchte Erde angenommen, alſo nur **Regen nach Regen** erklärt, und endlich geſtehe Herr de S. ſelbſt, daß die Luft im Augenblicke des Regens ſehr ſelten mit Feuchtigkeit geſättiget ſey.

Ebendaſelbſt (§. 578 u. f.) prüft Herr de Lüc eine andere Theorie des Regens, welche **D. James Hutton** in

den Abhandlungen der königlichen Societät zu Edinburgh vorgetragen hat. Der Grundſatz dieſer Theorie iſt: daß, wenn ſich zwo Luftmaſſen von verſchiedenen Temperaturen mit einander miſchen, die Feuchtigkeit der neuen Maſſe größer ſey, als das Mittel zwiſchen den Feuchtigkeiten der beyden einzelnen Maſſen; oder, was eben ſoviel iſt, daß die Ausdünſtung in einem größern Verhältniße zunehme, als die Wärme. Hieraus erklärt D. Hutton zuerſt die Erſcheinung des Athems der Thiere und des Dampfs von ſiedendem Waſſer, welche beyde nur in kälterer Luft ſichtbar werden; und dann die Erfahrung von Maupertuis, da die äuſſere Luft in Torneå, wenn er die Thür öfnete, die heißen Dünſte des Zimmers ſogleich in einen dicken wirbelnden Schnee verwandlete. Dieſem Syſtem zufolge entſteht bey jeder Vermiſchung von Luft unter verſchiedenen Temperaturen ein Niederſchlag, welche Urſache Hutton für hinreichend hält, um alle Phänomene des Regens zu erklären. De Lüc zeigt aber ſehr gründlich, daß dieſe Urſache bey einer nicht völlig geſättigten Luft, nur eine augenblickliche Präcipitation, oder die Entſtehung von Wolken und Nebeln erkläre, welche ſogleich wieder verdünſten müſten, wenn das Gleichgewicht in der Temperatur der Miſchung hergeſtellt wäre, eben ſo wie der Hauch, der Dampf des kochenden Waſſers, und die Schneewirbel in der Thüre des Zimmers ſogleich wieder verdünſten und unſichtbar werden.

Herr de Lüc ſelbſt iſt durch zahlreiche Beobachtungen und wiederholtes Nachdenken auf eine andere Erklärung der Wolken und des Regens geleitet worden, welche der Meteorologie ganz neue Ausſichten eröfnet. Er glaubt nemlich, daß das ausgedünſtete Waſſer nicht in der Luft aufgelöſet, ſondern vielmehr in eine eigne Luftgattung verwandlet, oder in Luftgeſtalt mit der Atmoſphäre vermiſcht werde. In dieſer Geſtalt bleibe es oft lange Zeit verborgen, ohne die Heiterkeit des Himmels zu trüben oder aufs Hygrometer zu wirken. Es vermehre aber die Maſſe, mithin auch den Druck des Luftkreiſes, und verurſache daher, ſo lang die heitere Witterung daure, den hohen Stand des Barometers. Endlich aber erhalte dieſe Luftgattung durch den Einfluß irgend ei-

ner unbekannten Urſache in einer gewiſſen Luftſchicht die vorige Geſtalt des tropfbaren Waſſers wieder, und bilde dadurch Wolken, deren Bläschen in dem Falle, wenn ſie zu plötzlich und allzuhäufig erzeugt werden, zur Berührung untereinander kommen, zuſammenfließen und ihr Waſſer tropfenweiſe herabgießen. Er hat dieſe ſinnreiche Hypotheſe mit ſtarken Gründen unterſtützt, welche faſt den ganzen Inhalt des zweyten Theils ſeiner Ideen über die Meteorologie ausmachen.

Er nimmt hiebey zwar den reinen elaſtiſchen Dampf des Herrn de Sauſſure an, läugnet aber deſſen chymiſche Auflöſung in der Luft, und die Sättigung der Luft mit demſelben, gänzlich. Ich habe beym Worte Dünſte (Th. I. S. 621 — 624.) angeführt, daß de Lüc ſchon ehedem die Dünſte nicht für eine Auflöſung des Waſſers in der Luft gehalten habe. Man findet dort (S. 623 u. 624.) einige von de Sauſſure gemachte Einwendungen gegen die Beweiſe dieſer Behauptung, die mir damals ſehr ſtark ſchienen, weil ſie wirklich zeigen, daß ſich alle dieſe Beweiſe auch erklären laſſen, wenn man gleich die Auflöſung des Waſſers in Luft annimmt. Seitdem aber hat Herr de Lüc in den Ideen über die Meteorologie die Unzulänglichkeit des bloßen Auflöſungs- und Präcipitationsſyſtems zur Erklärung der Wolken und des Regens weit deutlicher gezeigt, und ich muß hievon etwas weniges anführen, obgleich das vornehmſte erſt dem Artikel Wolken zugehört.

Herrn de S. Beweis für die Auflöſung der Dünſte in Luft iſt das Hellbleiben oder die Durchſichtigkeit der Luft, in der ſich Nebel zerſtreuen (ſ. Th. I. S. 624.). Aber dieſer Beweis iſt nicht direct. Wenn der reine Dunſt an ſich, oder die Luftgattung, in die er ſich nach de Lüc verwandlet, auch durchſichtig iſt, ſo erklärt ſich dieſes Hellbleiben ohne Auflöſung; und Verſchwinden der Nebel durch die Wärme iſt nicht Verſchwinden des Dampfes ſelbſt, ſondern der Bläschen, welche aufs neue verdünſten. Es iſt, wie ſich de Lüc ſchon ehedem ausdrückte, eine neue Verdünſtung der ſichtbaren Dünſte.

Durch Beobachtungen des Hygrometers auf Gebirgen zeigt ſich die Luft in der Höhe weit trokner, als unten. Auf den Gebirgen von Sixt fand de Lüc die Luft ſehr trocken; von einem Stocke fiel der metallne Beſchlag, der in der Pläne ſehr feſt gehalten hatte, zweymal von ſelbſt ab, und in der Nacht ſchien die Trockenheit eher noch zuzunehmen. Dennoch entſtand in dieſer troknen Luftſchicht ſelbſt, da das Hygrometer 33½ Gr. zeigte, alſo die Luft 66½ Grad von der äußerſten Feuchtigkeit entfernt war, während der Nacht ein Gewitter mit heftigem Regen, welcher bis zum Mittage des folgenden Tages anhielt. Herr de Lüc, der bisher geglaubt hatte, die Dünſte hielten ſich in den höhern Gegenden auf, und ſenkten ſich ſodann durch Erkältung wieder herab, um Wolken und Regen zu bilden, ward durch dieſe Beobachtung in Erſtaunen geſetzt, zumal da die Wärme dabey eher zu= als abgenommen hatte. In der Hygrologie war für den gegenwärtigen Fall keine andere Urſache der Verdichtung der Dünſte aufzufinden, als die **Erkältung**: aber dieſe hatte nicht ſtatt gefunden, alſo wich die plötzliche Entſtehung des Regens in einer ſo troknen Luftſchicht nicht allein von den Geſetzen der Auflöſung und des Niederſchlags, ſondern auch von allen hygrologiſchen Regeln ab.

De Lüc überlegte in der Folge, daß nach Herrn de Sauſſure eignen Verſuchen ſelbſt die geſättigte (oder nach de L. Ausdruck bis zum Maximum mit Dünſten angefüllte) Luft nur ſehr wenig Waſſer enthält, daß das Hygrometer unten in den Plänen ſelten die äuſſerſte Feuchtigkeit, auf den Bergen aber noch mehr Trockenheit zeigt, daß ſich endlich die Dünſte auch nicht in den noch höhern Gegenden aufhalten können, weil ſie ſonſt bey ihrer Verdichtung die Luft über den Bergen trüben würden, da man doch über den Regenwolken gewöhnlich den Himmel ſehr heiter und durchſichtig findet. Dies alles erzeugte in ihm den Gedanken: der Regen könne nicht das unmittelbar Umgekehrte der Ausdünſtung ſeyn, oder unmittelbar aus dem erſten Producte der Ausdünſtung ſelbſt entſtehen.

Wenn dies wäre, wie wollte man die langen Zwiſchenzeiten erklären, durch welche oft bey anhaltender ſtarker Ausdünſtung der Erde und der Gewäſſer, dennoch ganze Monate lang eine ununterbrochne Heiterkeit des Himmels fortdauert? Man ſollte meinen, der ganze Luftkreis müſſe ſich während dieſer langen Pauſen, die die Erde austrocknen, mit Feuchtigkeit ſättigen, aber das Hygrometer zeigt immer troknere Luft, je länger die Pauſe dauret, und je höher man aufſteigt. Endlich öfnen ſich auf einmal die Quellen des Regens, und gießen nun vielleicht eben ſo anhaltend eine ungeheure Menge Waſſer herab, welche die Luftſäulen, ſelbſt beym Sättigungspunkte, in ſich zu halten nie vermögend geweſen wären. Dieſes Waſſer iſt unſtreitig daſſelbe, welches während der Dürre aufſtieg; aber wäre es in der langen Zwiſchenzeit zwiſchen Ausdünſtung und Regen als aufgelöſter Dunſt, oder überhaupt als Dunſt, in der Atmoſphäre geweſen, ſo müſte es doch aufs Hygrometer und auf die Durchſichtigkeit der Luft gewirkt haben. Alſo mag es ſich wohl in einem andern Zuſtande befunden haben, der es dem Hygrometer und dem Auge zugleich entzogen hat.

Die Entdeckungen der Herren **Cavendiſh**, **Watt**, **Lavoiſier** und **de la Place**, welche die Verwandlung der dephlogiſtiſirten und brennbaren Luft in Waſſer u. ſ. w. betreffen, und von denen Herr **de Lüc** zum Theil Augenzeuge war, machten ihn geneigt zu glauben, daß das ausgedünſtete Waſſer in der Zwiſchenzeit bis zum Regen, unter der Geſtalt einer Gasart einen Theil der Atmoſphäre ausmache, zuletzt aber durch irgend einen unbekannten Umſtand zur Dunſtgeſtalt zurückkehre. Dieſer Umſtand trift, ſeiner Meinung nach, gewöhnlich nur eine einzelne Luftſchicht, in der aber alsdann die Dünſte ſo häufig entſtehen, daß ihre Bläschen ſich weder hinlänglich ausdehnen, noch ſchnell genug wieder verdünſten können. Sie verdunkeln daher die Luft, und werden in Geſtalt einer Wolke ſichtbar; weil ſie ſich aber ſchon bey ihrer Entſtehung ſehr häufig berühren, ſo vereinigen ſie ſich, und zerplatzen endlich durch das Abfließen des Waſſers an den Seiten, wie die Seifenblaſen. Die Tropfen vergrößern ſich im Fallen, oder finden andere

Bläschen, die dadurch überladen und herabgedrückt werden. Dadurch entſtehen die Franzen, die man ſo oft von den Regenwolken nach der Erde herabhängen ſieht. Eine ſolche Wolke mit Franzen gießt weit mehr Regen aus, als ſie an ſich enthalten könnte, und wird immer dunkler, je mehr ſie ausgießt. Sie hat die Quelle ihres Waſſers in der Luftſchicht, in der ſie ſchwebt; aus dieſer erſetzt ſich ihr Abgang unaufhörlich, und ſo wird ſie gleichſam alle Augenblicke zerſtört und wieder erneuert. Eben ſo, nur langſamer, geht es mit allen Nebeln und Wolken, auch mit denen, die nicht regnen, ſ. **Wolken.**

Mit großer Leichtigkeit erklärt Herr **de Lüc** aus dieſer Vorausſetzung eine Menge Erſcheinungen der Wolken und des Regens, beſonders in den Gebirgen, und zeigt zugleich, daß dieſelben nach den gewöhnlichen Syſtemen der Auflöſung und des Niederſchlags durch Erkältung, Winde, die geſättigte Luft zuführen u. dgl. unerklärlich bleiben würden. Die Grenzen dieſes Wörterbuchs hindern mich, ihm hierinn zu folgen; aber ſchon das bisherige wird zeigen, daß ſeine Muthmaßung der Meteorologie ein unerwartetes Licht giebt, das jedoch, wie er ſelbſt ſagt, die noch übrigbleibende Dunkelheit nur deſto ſichtbarer bemerken läſt. Er wagt zur Zeit noch nicht die mindeſte Muthmaßung weder über die Gasart, die aus Waſſer entſteht und wieder Waſſer wird, noch über die Urſachen und den Mechanismus dieſer doppelten Metamorphoſe. Es bleibt alſo den Chymiſten und Meteorologen noch ein weites Feld übrig. Sie haben nicht nur die Wahrſcheinlichkeit dieſer Hypotheſe, die der Prüfung ſo werth iſt, zu unterſuchen, ſondern auch den noch unbekannten wirkenden Urſachen nachzuforſchen. Vielleicht erhalten wir auf dieſem Wege nähere Aufſchlüße über den Gang der Witterung und ihren Zuſammenhang mit den Veränderungen der meteorologiſchen Werkzeuge — welches Fach der Naturlehre für das menſchliche Leben ſo wichtig und doch leider bis jetzt eines der dunkelſten geblieben iſt.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. natur. To. II. §. 2358 ſqq.

Torb. Bergmann Phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel, a. d. ſchwed. durch Röhl. II. Band, Greifsw. 1780. gr. 8. §. 115 u. f.

Briſſon Dict. raiſ. de phyſique, Art. *Pluie*.

Prieſtley Geſch. d. Elektricität durch Krünitz, S. 232 u. f.

de Sauſſure Eſſais ſur l'hygrométrie. à Neuchâtel. 1783. 8maj. Eſſai III et IV.

J. A. de Lüc Neue Ideen über die Meteorologie, a. d. frz. Zweyter Theil. Berlin u. Stettin, 1788. gr. 8. S. 1—200.

Regenbogen, Iris, Arcus, Arcus coeleſtis, *Arc-en-ciel*. Dieſen Namen führt der farbige Kreisbogen, der ſich in den Regenwolken zeigt, wenn ſie von der Sonne beſchienen werden, und der Zuſchauer, der die Sonne im Rücken hat, das Geſicht gegen die regnende Wolke kehrt. Dieſer Bogen gehört zu den glänzenden oder optiſchen Meteoren, welche bey den Alten vorzugsweiſe Meteore (Meteora emphatica, μετεωρα τα κατ' εμφασιν) hießen. Er iſt bekanntlich eine der ſchönſten Erſcheinungen in der Natur, und für den Phyſiker beſonders merkwürdig, weil er ſich aus den erwieſenen Geſetzen der Brechung, Zurückwerfung und Farbenzerſtreuung mit Hülfe der Mathematik vollſtändig erklären läßt.

Gewöhnlich ſieht man zween Regenbogen zugleich. Sie ſind concentriſch, und ſtehen um eine merkliche Weite auseinander. Der innere hat die lebhafteſten Farben, und heißt daher der **Hauptregenbogen** (Iris primaria). Der äuſſere (Iris ſecundaria) hat weit ſchwächere Farben. Bisweilen ſieht man innerhalb des Hauptregenbogens noch einen oder mehrere von noch ſchwächern Farben. Die Farben folgen im Hauptregenbogen, von innen nach auſſen gerechnet, in dieſer Ordnung: **Violet, Indig, Blau, Grün, Gelb, Orange, Roth**; im äuſſern Bogen iſt die Ordnung die umgekehrte. Dies ſind aber nur die ſieben kenntlichſten Abſtufungen; eigentlich ſieht man unzählige Farben, die ſich unvermerkt in einander verlaufen. Es ſind ebendieſelben, die ſich durchs Prisma zeigen, ſ. **Prisma, Prismatiſche Farben**. Der Halbmeſſer des Hauptregenbogens begreift 40°—42°, der des äuſſern 51°—54°; der Mittelpunkt beyder Bogen iſt der

Sonne gerade entgegengeſetzt, ſo daß ein völliger Halbkreis über dem Horizonte erſcheint, wenn die Sonne eben im Auf- oder Untergehen iſt.

Theorie des Regenbogens.

Taf. XX. Fig. 106. ſey DHFE eine Kugel von einer durchſichtigen Materie, z. B. Glas oder Waſſer, auf deren eine Helfte von einem Punkte der weit entfernten Sonne die Parallelſtralen SH, SD u. ſ. w. auffallen. Der nach dem Mittelpunkte C gerichtete Stral SH geht ungebrochen bis an die Hinterfläche der Kugel, ein Theil davon wird hier zurückgeworfen und geht in ſich ſelbſt durch C nach H zurück, und hier wieder ungebrochen nach HS fort.

Andere dieſer Stralen, z. B. SD, werden an der Vorderfläche gebrochen. Der Stral SD nimmt in der Kugel den Weg DE, und geht zwar zum Theil durch E wieder aus; ein Theil deſſelben wird aber doch nach EF ſo zurückgeworfen, daß die Winkel DEC und CEF gleich werden, wie es das Geſetz der Zurückwerfung erfordert. Dieſer Theil gelangt bey F wieder an die Vorderfläche, wo er beym Ausgange nach FG gebrochen wird. Steht nun ein Auge in G, das die Sonne S hinter ſich, und die Kugel vor ſich hat, ſo erhält daſſelbe von F aus einen Theil des Sonnenſtrals SD, der durch eine doppelte Brechung in D und F, und eine Zurückwerfung in E ins Auge gelangt, nach einer Richtung FG, welche mit der Linie durch Sonne und Auge, oder mit Gs den Winkel G=x macht.

Auf der Kugel Vorderfläche fallen unzählbare Stralen, alle parallel mit SD. Jeder dieſer Stralen nimmt einen andern Weg in der Kugel, und ſo giebt es für jedes D ein beſtimmtes ihm zugehöriges F, und einen andern Winkel x. Das auffallende Sonnenlicht wird alſo durch alle Stellen der Kugel nach mancherley Richtungen zerſtreut, und dadurch unwirkſam und unmerklich gemacht. Inzwiſchen kan es doch eine Stelle auf der Kugelfläche geben, an der die nahe nebeneinander ausgehenden Stralen parallel ſind, wie es Fig. 107. vorſtellt. Dies wird geſchehen,

wenn es beym Einfallen Stellen wie D, d giebt, an denen die Stralen nach einerley Punkte der Hinterfläche E hingebrochen werden. Denn von E werden ſie wieder unter eben den Winkeln zurückgeworfen, treffen alſo bey F, f die Vorderfläche unter eben der Schiefe, unter der ſie bey D, d eingiengen, und gehen alſo, wegen des umgekehrten Brechungsverhältnißes beym Ausfahren, eben ſo parallel aus, wie ſie bey D, d parallel angekommen ſind. Fig. 107. erläutert dies durch den Augenſchein.

An dieſer Stelle nun wird das ausgehende Sonnenlicht durch keine Divergenz geſchwächt und muß daher ein entferntes Auge ohne alle Vergleichung ſtärker rühren, als das Licht der übrigen Stellen, an denen die Stralen divergent ausgehen oder ſich kreuzen. Man nennt daher die parallelen Stralen bey F, f Fig. 107. die **wirkſamen Stralen** (radios efficaces). Die ganze Theorie des Regenbogens beruht auf Erfindung der Stellen dieſer wirkſamen Stralen und des Winkels x, den ihre Richtung beym Ausgange mit der beym Eingange macht.

Man ſieht leicht, daß ſich an der Stelle der wirkſamen Stralen der Winkel x nicht ändern darf, wenn ſich gleich die Stellen D und F ſelbſt ein wenig ändern. Denn, da die nahe neben einander ausgehenden Stralen hier parallel ſeyn ſollen, ſo muß ihr Winkel mit einerley dritten Linie Sx ebenderſelbe bleiben, und darf ſich alſo nicht ändern. Man wird daher die wirkſamen Stralen finden, wenn man den Winkel x für jede Lage von D aus dem gegebnen Brechungsverhältniße beſtimmt, und dann ſeine Aenderung oder ſein Differential = o ſetzt. Hieraus erhellet zugleich, daß dieſer Winkel für die wirkſamen Stralen ein Gröſtes oder Kleinſtes ſeyn müſſe, da jede veränderliche Größe an der Stelle, wo ihr Differential verſchwindet, ein Gröſtes oder Kleinſtes wird.

Nun heiße Taf. XX. Fig. 106. (wo der Halbmeſſer CD das Einfallsloth vorſtellt) der Einfallswinkel BDS = DCH = z; der Brechungswinkel CDE = y; ſo iſt, wegen des gleichſchenklichten Dreyecks DCE, der Winkel DEC auch = y. Und weil der Stral DE unter gleichem Winkel

bey E abprallt, iſt auch $CEF = y$, alſo im gleichſchenklichten Dreyecke CEF auch $CFE = y$. Mithin decken ſich die Dreyecke DCx und FCx, und der verlängerte Halbmeſſer CEx theilt den Winkel x in zwo Helften, deren jede $= y - u$ iſt. Nun iſt $y + u$ der Verticalwinkel von z; daher $u = z - y$. Hieraus folgt für jedes z oder jede Stelle D

$$\tfrac{1}{2}x = y - (z - y) = 2y - z$$

oder $x = 4y - 2z$; alſo $dx = 4dy - 2dz$,

und für die Stelle der wirkſamen Stralen, wo $dx = 0$, muß $4dy = 2dz$, oder $dz = 2dy$ ſeyn.

Das Brechungsverhältniß aus Luft in die Materie der Kugel ſey $m : n$, ſo wird $\sin z : \sin y = m : n$, mithin

$$n.\ \sin z = m.\ \sin y$$

$$\text{und } n^2.\cos z^2.\ dz^2 = m^2.\cos y^2.\ dy^2$$
$$= (m^2 - m^2.\sin y^2).\ dy^2$$
$$= (m^2 - n^2.\sin z^2).\ dy^2$$

$$\odot)\ n^2.\cos z^2.\ dz^2 = (m^2 - n^2 + n^2.\cos z^2).\ dy^2.$$

Setzt man nun in dieſer letzten Formel, wie es für die wirkſamen Stralen erfordert wird, $dz^2 = 4dy^2$, ſo verwandlet ſie ſich in folgende:

$$4\,n^2.\cos z^2 = m^2 - n^2 + n^2.\cos z^2$$

woraus man endlich

$$☾)\ \cos z^2 = \frac{mm - nn}{3nn} \text{ und } \sin y^2 = \frac{4nn - mm}{3mm}$$

erhält. Dies lehrt auch **Newton** (Optices L. II. P. I. prop. 10.).

Man nehme nun an, es ſey die Kugel DEFH von Waſſer, und das Brechungsverhältniß aus Luft in Waſſer, wie 4 zu 3, ſo giebt die Formel ☾) das Quadrat des Coſinus von $z = \frac{4.\,4 - 3.\,3}{3.\,3.\,3} = \frac{7}{27}$, woraus man mit Hülfe der trigonometriſchen Tafeln $z = 59^\circ\ 24'$ findet. Der Sinus des Brechungswinkels y, deſſen Quadrat $= \frac{4.\,3.\,3 - 4.\,4}{3.\,4.\,4.} = \frac{5}{12}$ iſt, giebt das dazu gehörige $y = 40^\circ\ 12\tfrac{1}{2}'$. Hieraus erhält man $x = 4y - 2z = 160^\circ\ 50' - 118^\circ\ 48' = 42^\circ\ 2'$. Folg-

lich wird jede Waſſerkugel, deren Geſichtslinie FG mit der Linie aus der Sonne Gs einen Winkel von 42° 2′ macht, an der Stelle F helles Sonnenlicht zeigen.

Steht nun Taf. XX. Fig. 109. dem Auge G gegenüber eine ganze Fläche oder Wand von Regentropfen, wie B, A, welche von der Sonne nach den Linien SA, SB beſchienen wird, ſo treffen die Geſichtslinien GF, welche mit Gs Winkel von 42° 2′ machen, am Himmel den Kreisbogen MAN, deſſen ſcheinbarer Halbmeſſer sF 42 Grade 2 Min. eines gröſten Kreiſes der Himmelskugel einnimmt. Alle Stellen dieſes Bogens müſſen heller erſcheinen, als die übrigen; und weil die Sonnenſtralen nicht blos aus einem Punkte, ſondern aus allen Punkten der Sonnenſcheibe einfallen, ſo wird aus dem Bogen MAN ein heller Streif von concentriſchen Bogen, von der Breite des Sonnendurchmeſſers.

So würde auch das Phänomen des Regenbogens wirklich ausſehen, wenn es keine Farbenzerſtreuung gäbe. Da aber jede Brechung mit Farbenverbreitung begleitet, und m : n für alle Farbenſtralen verſchieden iſt, ſo folgt hieraus, daß auch der Werth von x für jede Farbe ein anderer ſeyn, und daher jede Farbe einen beſondern Bogen um den Mittelpunkt s bilden müſſe.

Newton (Opt. p. 107. 142.) giebt m : n aus Luft in Waſſer für die rothen Stralen 108 : 81 (d. i. 4 : 3), für die violetten 109 : 81 an. Unſere vorige Rechnung gilt alſo nur für rothe Stralen; mithin hat der rothe Bogen einen Halbmeſſer von 42° 2′. Für die violetten Stralen iſt

$$\operatorname{coſ} z^2 = \frac{109 \,.\, 109 - 81 \,.\, 81}{3 \,.\, 81 \,.\, 81} = \frac{5320}{19683},$$

woraus z = 58° 40′, und y = 39° 24′ gefunden wird. Dies giebt 4y − 2z oder x = 157° 36′ − 117° 20′ = 40° 16′, welches der Halbmeſſer des violetten Bogens iſt. Der violette Bogen fällt alſo **inwendig**, weil er einen kleinern Halbmeſſer hat, als der rothe. Den Raum zwiſchen beyden füllen unzählbare Bogen von andern Farben aus, die ſich allmählig in einander verlaufen. Die Breite des ganzen

farbigen Streifs iſt dem Unterſchiede der Halbmeſſer der beyden äuſſerſten Bogen gleich, wird aber wegen der Breite der Sonnenſcheibe noch um den Sonnendurchmeſſer, d. i. um 30′ (oder auf jeder Seite um 15 Min.) vergrößert. Daher iſt ſie = 42° 2′ − 40° 16′ + 30′ = 2° 16′.

Dies iſt die ganze Theorie des **Hauptregenbogens**, deſſen kleinſter Halbmeſſer dem zu Folge 40 Grad 1 Min., der größte 42 Grad 17 Min. ſeyn muß. **Newton** giebt die Breite 2° 15′ und den kleinſten Halbmeſſer 40° 2′ an.

Die von E zurückgeworfenen Stralen gehen zwar gröſtentheils bey F (Fig. 106.) aus der Kugel, ein Theil davon aber wird zum zweytenmale von F nach K zurückgeworfen, und beym Ausgange nach Kg gebrochen. Auch von dieſen **zweymal gebrochenen und zweymal zurückgeworfenen Stralen** können einige **wirkſame**, d. i. nahe und parallele, wie bey Fig. 108. ins Auge G kommen. Es werden dies ſolche ſeyn, die bey D den untern Theil der Kugel getroffen, und ſich vor dem Auffallen auf die Hinterfläche gekreuzt haben, von Ee parallel nach Ff gegangen, und nach einem zweyten Durchkreuzen bey K, k in eben der Schiefe angelangt ſind, unter der ſie bey D, d eingiengen. Sie fahren alsdann wieder parallel aus, und ſchneiden die Linie nach der Sonne DS unter dem Winkel V, deſſen Differential hier wiederum aus eben den Urſachen, wie vorhin, = o ſeyn muß.

Aus der Betrachtung des Fünfecks VDEFKV, das der Weg eines ſolchen Strales bildet, und worinn die Summe aller Winkel, wie in jedem Fünfeck, ſechs rechten Winkeln gleich ſeyn muß, findet man $V = 6R - (D + K) - (E + F)$; und weil $D = K$, auch $E = F$, ſo wird $V = 6R - 2D - 2E$. Es iſt aber D der Nebenwinkel von u, mithin $2D = 4R - 2u = 4R - 2z + 2y$; und $2E = 4y$. Daher wird $V = 6R - 4R + 2z - 2y - 4y$

$$= 2R + 2z - 6y$$

und $dV = 2dz - 6dy$, welches verſchwindet, wenn $dz = 3dy$, an welcher Stelle der Winkel V ein Kleinſtes wird, und den Winkel der wirkſamen Stralen giebt.

Setzt man nun in der obigen Formal ⊙), wie für dieſe Stelle erfordert wird, $dz^2 = 9dy^2$, ſo verwandlet ſich dieſelbe in

$$9n^2.\cos z^2 = m^2 - n^2 + n^2.\cos z^2$$

woraus man

$$\mathfrak{z})\ \cos z^2 = \frac{mm - nn}{8\,nn} \text{ und } \sin y^2 = \frac{9\,nn - mm}{8\,mm}$$

erhält. Für das Brechungsverhältniß 4 : 3 giebt dieſe Formel das Quadrat des Coſinus von $z = \frac{7}{72}$, und das Quadrat des Sinus von $y = \frac{65}{128}$, woraus mit Hülfe der Tafeln $z = 71^\circ\ 50'$ und das zugehörige $y = 45^\circ\ 27'$ gefunden wird. Die Rechnung für V iſt demnach folgende

$$\begin{array}{rl} 2R = & 180^\circ\ \ 0' \\ 2z = & 143\ \ 40 \\ \hline 2R + 2z = & 323\ \ 40 \\ 6y = & 272\ \ 42 \\ \hline V = & 50^\circ\ \ 58' \end{array}$$

Steht alſo das Auge G (Fig. 109.) einer von der Sonne beſchienenen Tropfenwand gegenüber, ſo treffen die Geſichtslinien GK, welche mit Gs Winkel von faſt 51° machen, am Himmel den Kreisbogen OBP, deſſen Stellen wiederum wirkſameres Licht, als die übrigen, ins Auge ſenden. Man ſieht alſo hier einen zweyten hellen Bogen, auswendig von jenem etwa um 9° entfernt, der wegen der Größe der Sonnenſcheibe eine Breite von 30 Min. hat, der aber in der That nur rothes Licht enthält, weil das bey der Rechnung zum Grunde gelegte Brechungsverhältniß nur für rothe Stralen richtig iſt.

Für die violetten Stralen, wo $m : n = 109 : 81$, wird

$$\cos z^2 = \frac{109\,.\,109 - 81\,.\,81}{8\,.\,81\,.\,81} = \frac{5320}{52488};$$

welches $z = 71^\circ\ 26'$, das zugehörige $y = 44^\circ\ 47'$, und $V = 2R + 2z - 6y = 54^\circ\ 10'$ giebt. Dies iſt der Halbmeſſer des violetten Bogens, welcher Bogen hier auswendig fällt, weil ſein Halbmeſſer größer iſt, als der des rothen Bogens. Der Raum zwiſchen beyden Bogen wird

durch concentriſche Bogen von den übrigen Farben ausgefüllt, wie beym Hauptregenbogen, nur daß ihre Ordnung hier die umgekehrte iſt. Die Breite des ganzen Farbenſtreifs iſt $54^\circ 10' - 50^\circ 58' + 30' = 3^\circ 42'$.

Der kleinſte Halbmeſſer iſt $= 50^\circ 43'$, der gröſte $= 54^\circ 25'$. Newton giebt die Breite $3^\circ 40'$ und den kleinſten Halbmeſſer $50^\circ 42'$. Uebrigens iſt leicht zu überſehen, daß dieſer äuſſere Regenbogen ungemein viel bläſſer und ſchwächer, als der innere, ſeyn muß, weil er blos von dem Ueberreſte der Stralen entſteht, die bey F nicht ganz ausgehen, und überdem auch bey K noch eine Brechung leiden, wobey ein Theil dieſes Lichts zum drittenmale zurückgeworfen wird.

Von dieſem zum drittenmale reflectirten Lichte, das auf der Hinterfläche des Tropfens ausgeht, kan ein dritter Regenbogen entſtehen, deſſen Theorie ich hier nicht weiter verfolgen will. Es wird genug ſeyn, zu bemerken, daß für ihn $4y - z$ ein Gröſtes werden, mithin $dz = 4dy$ ſeyn, und

$$\cos z^2 = \frac{mm - nn}{15\, nn}$$

werden muß. Dieſer Bogen aber kan nur einem Zuſchauer ſichtbar werden, der das Auge gegen die Hinterfläche der Tropfen, d. i. gegen die Sonne ſelbſt, kehrt. Er erſcheint alſo als ein Bogen um die Sonne, und die Rechnung giebt ſeinen äuſſern Halbmeſſer für die rothen Stralen $41^\circ 37'$, ſeine Breite $4\frac{1}{2}$ Grad. Um ihn könnte ſich ein vierter Bogen von viermal reflectirten Stralen bilden, für den $5y - z$ ein Gröſtes wäre, und in der Formel für $\cos z^2$ der Diviſor $24\, nn$ ſeyn müſte. Dieſer Bogen würde die rothe Farbe inwendig, einen Halbmeſſer von $43^\circ 53'$, und eine Breite von $5^\circ 41'$ haben. Er wird aber, ſo wie der dritte, wegen der Nähe der Sonne und wegen des äuſſerſt ſchwachen Lichts, niemals ſichtbar, wenn auch gleich Regenwolken in dieſer Gegend ſtehen.

In der Natur ſelbſt kommen blos der Hauptregenbogen und der zweyte äuſſere vor. Dieſe erſcheinen, ſo oft

es eine Tropfenwand giebt, welche die Sonne beſcheinet, und von deren gehörigen Stellen die Stralen frey ins Auge gelangen können. Die Tropfen, die dieſe Wand bilden, ſind zwar beſtändig im Fallen, und der, welcher zuerſt rothes Licht ins Auge ſendete, ſchickt demſelben gleich darauf gelbes, grünes und endlich blaues Licht zu: allein beſtändig tritt ein anderer Tropfen an die Stelle des vorigen, daher man ſie alle als unbeweglich anſehen kan, ſo lange es regnet. Auch kömmt nichts auf die Entfernung der Tropfen vom Auge an, und wenn alſo in der Vorderfläche der Regenmaſſe an manchen Stellen Tropfen fehlen, ſo ſind doch tiefer hinein beſtändig andere da, die dem Auge nach eben der Linie Licht von eben der Farbe zuſenden. Daher iſt der Regenbogen dem Scheine nach beſtändig, ob er gleich in der That alle Augenblicke von andern Tropfen kömmt, auch jeder Zuſchauer ſeinen eignen Regenbogen ſieht. Regnet aber die Wolke nicht an allen Stellen, oder ſtehen nur einzelne unterbrochne Regenwolken am Himmel, ſo ſieht man nur an den Stellen, wo wirklich Tropfen ſind, einzelne Stücken des Bogens, die man insgemein Regengallen nennet.

Man ſagt insgemein, daß der Horizont einen Theil des Regenbogens verdecke. Es kömmt aber hiebey nicht ſowohl auf den Horizont, als auf den Umfang der ſichtbaren Tropfenwand an. So weit dieſer Umfang reicht, und ſoweit ihn die Sonne beſcheint, ſo weit erſtreckt ſich auch der geſehene Bogen. Im platten Lande, und wenn der Regen vom Auge ſehr entfernt iſt, wird freylich die Tropfenwand, und alſo auch der Regenbogen, unten vom Horizonte begrenzt. Steht aber der Zuſchauer hoch, und ſieht einen Regen, deſſen Tropfen bis in tiefere Gegenden fallen, ſo geht der Regenbogen ſo weit, als die Tropfen reichen, und ſcheint alsdann mit ſeinen Schenkeln gleichſam auf den Feldern aufzuſtehen, auf welchen die vorderſten Tropfen niederfallen. Der Aberglaube ſchmeichelte ſich ehedem, da, wo man die Schenkel des Regenbogens ſtehen ſähe, goldne Schüſſeln zu finden; niemand aber konnte den Ort erreichen, weil beym Fortgehen des Auges der Bogen ſeine Stelle verändert, und gleichſam vor dem Verfolger flieht.

Das hielt man ſonſt für etwas wunderbares. Die Alten rühmten auch den Wohlgeruch der Geſträuche, auf denen des Regenbogens Schenkel geſtanden hätten (*Plin.* H. N. XII. 24.).

Iſt der Regen ſo nahe und das Auge ſo geſtellt, daß es 42° tief unter dem Mittelpunkte des Bogens noch Tropfen ſieht, ſo erſcheint ihm der Regenbogen als ein völliger Kreis. Dies iſt der Fall bey den Staubregen, die von Waſſerfällen, Caſcaden, Fontänen u. dgl. entſtehen, in welchen der naheſtehende Zuſchauer, der die Sonne im Rücken hat, ganze farbige Kreiſe ſieht. Hieraus könnte man auch die bunten Glorien erklären, womit Bouguer und ſeine Gefährten in Peru die Schatten ihrer Köpfe auf nahen Wolken umringt ſahen, ſ. Höfe (Th. II. S. 610.). Aber da dieſe Wolken nicht regneten, und die angegebnen Größen der Durchmeſſer dieſer Glorien nicht zur Theorie des Regenbogens paſſen, ſo habe ich dieſe Erſcheinung lieber zu den Höfen rechnen wollen. Inzwiſchen können ſolche Glorien in manchen Fällen auch wirkliche Regenbogen ſeyn.

Wenn der Horizont die Tropfenwand begrenzt, und die Höhe der Sonne = 42° iſt, ſo fällt der Mittelpunkt oder Pol des Hauptregenbogens 42° tief unter den Horizont und der höchſte Punkt des Bogens erreicht nur gerade die untere Grenze der Wand. Man kan alſo in dieſem Falle keinen Regenbogen ſehen; noch weniger, wenn die Sonne höher als 42° ſteht. Hieraus erhellet, warum bey uns in den längſten Tagen um Mittag in den gewöhnlichen Stellungen des Auges kein Hauptregenbogen erſcheinen kan. Eben dies gilt vom Nebenregenbogen, wenn man 51 Grad für 42 ſetzt.

Steht die Sonne im Horizonte, ſo iſt der Pol des Bogens auch in demſelben; alsdann ſieht man völlig eine Helfte des Kreiſes, und die Schenkel ſtehen ſenkrecht. Sonſt ſieht man von dem Bogen deſto mehr, je niedriger die Sonne ſteht. Iſt dieſe gar unter dem Horizonte, ſo ſollte man mehr als die Helfte des Kreiſes ſehen; aber alsdann kömmt die Tropfenwand in den Erdſchatten, und kan nicht mehr von der Sonne beſchienen werden.

Da wir durch einen bekannten Geſichtsbetrug alle Winkel nach dem Horizonte hin gröſſer ſchätzen, als gleiche höher geſehene, ſ. Himmel, ſo halten wir den Regenbogen unten für breiter, als oben. Aus eben dem Grunde kan der Bogen eine elliptiſche Geſtalt erhalten; er kan auch ſchief zu liegen ſcheinen, wenn die Tropfen verſchiedene Entfernungen vom Auge haben, und der Zuſchauer durch irgend einen Umſtand Anlaß bekömmt, dieſe Verſchiedenheit zu bemerken.

Zu Beſtärkung der Theorie des Regenbogens dient folgender leichte Verſuch. Eine hole mit Waſſer gefüllte Glaskugel wird an einer Schnur aufgehangen, die man über eine Rolle zieht, um die Kugel weiter herauf- oder herablaſſen zu können. Wird dieſe Kugel von der Sonne beſchienen, und das Auge ſo geſtellt, daß die Geſichtslinie mit den Sonnenſtralen einen Winkel von 42° macht, ſo ſieht man an der untern oder von der Sonne abgewendeten Seite der Kugel ein ſehr lebhaftes Roth; läſt man die Kugel weiter herab, ſo daß der Winkel mit den Sonnenſtralen ein paar Grade kleiner wird, ſo erſcheinen ſtatt der rothen Farbe nach und nach Gelb, Grün und Blau. Zieht man die Kugel weiter auf bis zum Winkel von 51°, ſo erſcheint Roth auf der obern oder gegen die Sonne zu gekehrten Seite, und die andern Farben folgen, wenn man durch weiteres Aufziehen der Kugel den Winkel noch um etwas vergröſſert. Die Kugel verhält ſich gerade ſo, wie die Tropfen A, B, Taf. XX. Fig. 109. Die nemlichen Wirkungen erfolgen, wenn die Kugel unbewegt bleibt und das Auge ſeine Stelle auf die gehörige Art ändert.

Die Theorie des Regenbogens giebt ein vortrefliches Beyſpiel einer vollſtändigen phyſikaliſchen Erklärung aus den Naturgeſetzen. So verwickelt auch die Wirkung iſt, ſo hängt ſie doch mit den Geſetzen ſelbſt durch die ſchönſte Reihe von nothwendigen Folgerungen zuſammen. Der Regenbogen lieſſe ſich aus den Geſetzen der Brechung, Zurückwerfung und Farbenverbreitung errathen und vorherſagen, wenn man auch nie einen geſehen hätte, wie man z. B. den dritten und vierten Bogen zur Zeit nur blos aus

Schlüßen kennt. Auch erklärt die Theorie alle Umſtände des Phänomens. Solche Erklärungen ſind in der Phyſik ſelten, und finden immer nur da ſtatt, wo man mit Hülfe der Mathematik aus beſtimmten Geſetzen folgern kan, ohne ſich viel um die wirkenden Urſachen zu bekümmern. Um dies recht lebhaft zu fühlen, vergleiche man mit dem gegenwärtigen die Artikel Höfe, Nebenſonnen.

Geſchichte der Erklärungen des Regenbogens.

Ein ſo glänzendes Phänomen, als der Regenbogen, konnte in der Phyſik der Alten nicht unbemerkt bleiben. Ariſtoteles (Meteor. III. 2 et 3.) führt die Erſcheinungen ſchon ziemlich genau an, und berichtigt einige Sätze ſeiner Vorgänger, z. B. daß es keine Mondregenbogen gebe. Er bemerkt, bey Sonnenauf- und Untergange ſey der Regenbogen ein Halbkreis, bey höherm Stande der Sonne allemal kleiner, und im Sommer zu Mittage könne er in Griechenland gar nicht erſcheinen. Ein künſtlicher Regenbogen erſcheine, wenn man mit Rudern ins Waſſer ſchlage, oder ſonſt Waſſer herumſpritze, und den Rücken gegen die Sonne kehre. Er zählt übrigens nur drey deutliche Hauptfarben, und erklärt den Bogen für eine Menge unvollkommner Sonnenbilder, welche nur Farben zeigten, weil die Tropfen zu klein wären, um ſichtbare vollkommne Bilder zu machen.

Seneca (Quaeſt. nat. I. c. 2—6.) wiederholt die Sätze des Ariſtoteles, und fügt ſeine eigne Erklärung hinzu, daß der Regenbogen ein einziges verzognes Sonnenbild ſey, das von einer hohlen und wäſſerigten Wolke, wie von einem Spiegel, zurückgeworfen werde. Verzogen ſey es wegen der Geſtalt und Beſchaffenheit des Spiegels, farbig, weil ſich Sonnenſtralen von verſchiedener Stärke mit der Farbe der Wolke miſchten. Im Waſſer erſcheine alles größer, daher auch das Sonnenbild in der Wolke vergrößert werde u. ſ. w. Er bezieht ſich wegen der Farben des Bogens auf die eckigten Gläſer, welche ebenfalls das Sonnenlicht färben, und bemerkt, daß die Farben unzählbar ſind, und ſich unmerk-

lich in einander verlaufen, ſ. **Prismatiſche Farben.** Dennoch fällt ihm bey den eckigten Gläſern nicht ein, auf die Brechung zu ſehen.

In der Optik des **Vitello** (Opticae Theſaurus per *Fr. Riſnerum.* Baſil. 1572. fol. p. 458 ſqq.) findet ſich mehr vom Regenbogen. Dieſer Schriftſteller nimmt dabey auſſer der Zurückwerfung auch eine Brechung der Stralen an, die er aber blos als ein Mittel anſieht, das Licht dem Auge empfindbarer zu machen. Er zählt nur drey Hauptfarben, und erklärt ſie, wie Seneca, aus Vermiſchung des Sonnenlichts mit der Farbe der Wolke. Er giebt zuerſt eine Beſtimmung des Halbmeſſers, indem er anführt, die Sonnenhöhe mache mit der gröſten Höhe des Bogens allezeit eine Summe von 42°, wobey aber die Stralenbrechung im Luftkreiſe etwas ändere. Er gedenkt endlich des Verſuchs, da ein rundes Glas mit Waſſer im Sonnenſcheine ein Farbenbild auf den Boden wirft, hält aber dieſe nicht für Regenbogenfarben, weil ihre Anzahl verſchieden ſey, und man ſie nicht durch zurückgeworfenes Licht, wie beym Regenbogen, ſehe. Er bemerkt dabey nicht einmal, daß die runde Geſtalt des Glaſes nichts zur Sache thut.

Unter den Neuern blieb die Lehre vom Regenbogen noch lange Zeit in der Dunkelheit. Ein Doctor der Sorbonne, **Joſſe Clictove** (Jodocus Clichtovaeus † 1543), der ſich als einen Gegner Luthers bekannt gemacht hat, ein großer Polemiker und Ausleger des Ariſtoteles (Philoſophiae naturalis paraphraſis. Pariſ. 1501. fol.) behauptete, der äuſſere Regenbogen ſey ein Bild des innern, weil ſich die Farben darinn in umgekehrter Ordnung zeigten, wie ſich die Gegenſtände im Waſſer ſpiegeln. **Gilbert** (De magnete, p. 273.) bemerkt ganz richtig, daß alsdann auch die Geſtalt des Bogens umgekehrt ſeyn, und die hole Seite aufwärts kehren müſte, nennt alſo den Gedanken albern und eines ſpitzfindigen Ariſtotelikers würdig. Gilbert ſelbſt aber ſagt nichts beſſers über den Regenbogen. Es fiel niemand darauf, die Brechung auf eine ſchickliche Art zu Hülfe zu nehmen, ob gleich die regelmäßige Erſcheinung der Farben dahin hätte führen können, da man die Farben bey der

Brechung längſt kannte, bey der bloßen Zurückwerfung aber dergleichen nie bemerkt hatte. Porta (De refractione, p. 202.) erklärt zwar die Farben durch Brechung, aber er verſteht nicht Brechung in einzelnen Tropfen, ſondern in der ganzen Maſſe der Wolke oder des Regens.

Franz Maurolycus aus Meſſina (Photiſmi de lumine et umbra ad proſpectivam radiorum et incidentiam facientes. Venet. 1575. 4. Lugd. 1613. 4. p. 57 ſqq.) giebt den Winkel, unter dem die Sonnenſtralen nach dem Auge reflectirt werden, für den Hauptregenbogen 45°, für den äuſſern $56\frac{1}{4}$° an, und beruft ſich auf eigne Beobachtung. Doch ſey die Höhe der Bogen bey untergehender Sonne etwas kleiner; er wiſſe zwar nicht, wie das zugehe, es möge aber vielleicht von der irregulären Geſtalt der Tropfen herkommen. Er ſcheint der erſte zu ſeyn, der ſieben Farben zählt; deswegen nennt er auch den Regenbogen ſiebenfarbig (ſepticolor). Die Farben ſollen von der verſchiedenen Menge des Lichts und der Beymiſchung des Waſſers herrühren. Bey ſeiner Erklärung des ganzen Phänomens iſt das richtig, daß er die Zurückwerfung von einzelnen Tropfen, nicht, wie alle ſeine Vorgänger, von der ganzen Wolke, herleitet; aber auf eine wunderbare Art läßt er den Stral ohne Brechung in den Tropfen fahren, an deſſen innerer Fläche ſiebenmal unter Winkeln von 45° abprallen, und endlich wieder ohne Brechung ausgehen.

Nach ſo vielen vorgebrachten Thorheiten legte den erſten Grund zur wahren Erklärung des Regenbogens Johann Fleiſcher, Rector der Schule zu Goldberg in Schleſien, und nachmals Doctor der Theologie und Prediger zu Breslau (De Iridibus doctrina Ariſtotelis et Vitellionis, certa methodo comprehenſa etc. Witeb. 1571. 8.). Nach ihm bildet ſich der Regenbogen in einem thauartigen Dunſte (vapor roridus), der ſich in Tropfen zu verdichten anfängt. Die Lichtſtralen werden in jedem Tropfen zweymal gebrochen, und dann von einem andern dahinterliegenden Tropfen ins Auge zurückgeworfen, auch vielleicht in einem vorliegenden Tropfen vorher noch einmal gebrochen. Hier iſt alſo doppelte Brechung mit Zurückwerfung verbunden;

nur fehlt noch, daß Fleiſcher nicht an die Zurückwerfung an der Hinterfläche des erſten Tropfens gedacht, und daher noch einen zweyten nöthig hat, um die Reflexion zu bewirken. Dennoch iſt ſchon dieſer halb wahre Gedanke für die damalige Lage der Sache verdienſtlich, weil er wenigſtens den richtigen Weg zeigt. Den äuſſern Regenbogen und die Farben weiß Fleiſcher gar nicht zu erklären, und leitet die leztern daher, daß einige Stralen tiefer, als andere, in die Wolke dringen. Ueber die Größe des Bogens führt er an, bey einer Sonnenhöhe von 13° 36′ ſey die Höhe des Bogens 28° 24′ geweſen, wovon die Summe 42°, als den Halbmeſſer des Bogens, ausmache. Doch ſey derſelbe etwas veränderlich; weil man bey Sonnenaufgang des Bogens Höhe 42½° gefunden habe. Herr Profeſſor **Scheibel** (De Jo. Fleiſcheri Vratislavienſis in doctrinam de Iride meritis. Vratisl. 1762. 4.) hat von dem Buche ſeines Landsmanns umſtändlichere Nachrichten gegeben.

Endlich lehrte **Markus Anton de Dominis**, Biſchof zu Spalatro (De radiis viſus et lucis in vitris perſpectivis et Iride Tractatus, per *Jo. Bartolum* in lucem editus. Venet. 1611. 4maj.) die richtige Erklärung des Hauptregenbogens, die er ſchon um 1590 gefunden haben muß, weil er der Nachricht des Herausgebers zufolge ſein Buch um dieſe Zeit in Padua und Brixen ausgearbeitet hat. Nach Scheibels Verſicherung findet man keine Spur, daß er **Fleiſchers** Buch gekannt habe. Obgleich dieſer katholiſche Prälat auſſerdem nicht als Phyſiker bekannt iſt, ſo verfuhr er doch hier auf eine des beſten Naturforſchers würdige Art. Er zog nemlich die Erfahrung zu Rathe, und ſtellte zuerſt den oben beſchriebenen Verſuch mit einer holen Glaskugel voll Waſſer an. Seine Erfahrungen (Cap. IV. Prop. 6. p. 14.) ſind der Grund, auf welchen er die Erklärung baut, daß der Lichtſtral oberwärts in den Tropfen fahre, an die Hinterſeite hingebrochen, von da aus zurückgeworfen, und beym Ausgange an der Vorderfläche aufs neue gebrochen werde. Da der Verſuch lehrt, daß alle gleichfarbige Stralen an ähnlichliegenden Stellen jedes Tropfens ausfahren, ſo erklärt er hieraus ſehr deutlich, daß jede Farbe ei-

nen Kreisbogen bilden müſſe, deſſen Mittelpunkt in der Linie von der Sonne durch das Auge liegt. Montucla und Prieſtley ſprechen zu geringſchätzig von den Verdienſten dieſes Mannes, der ein ſo lang verborgnes Räthſel auflöſete. Der Gang ſeiner Erklärungen zeigt deutlich, daß die Erfindung nicht bloßer Zufall war, und daß man ihm die Talente eines Naturforſchers nicht abſprechen könne, wenn ihn gleich in der Folge andere Beſchäftigungen und eigne Schickſale von den Naturwiſſenſchaften abgezogen haben.

Daß ſeine Erklärung des äuſſern Bogens und der Farben irrig ausfällt, iſt mehr ein Fehler ſeiner Zeit. Er ſuchte den äuſſern Bogen ebenfalls aus zwo Brechungen und einer Reflexion herzuleiten, wodurch Stralen vom untern Sonnenrande aus andern Stellen der Tropfen ins Auge gebracht würden, da der Hauptregenbogen von Stralen des obern Randes entſtehe. Die Stralen, die den kürzeſten Weg durchs Waſſer machen, ſind roth, die am weitſten durchs Waſſer gehen, blau, woraus er erklären will, warum die Farben im äuſſern Bogen umgekehrt ſind. Die Erklärung aber iſt äuſſerſt gezwungen, und die Figur dazu ſehr undeutlich. Auch fehlt in dieſer ganzen Theorie noch die Beſtimmung der Halbmeſſer beyder Bogen aus dem Brechungsverhältniße.

Descartes (Meteora, cap. 8.) verfolgte den Weg des de Dominis weiter, und gab zuerſt die richtige Erklärung des äuſſern Bogens durch zwo Brechungen und zwo Reflexionen, wobey der Stral im untern Theile des Tropfens eingeht, und vom obern her ins Auge geworfen wird. Er ſtellte ebenfalls den Verſuch mit der Glaskugel voll Waſſer an, fand dabey die Winkel der Geſichtslinie mit der Linie nach der Sonne für die rothe Farbe 42° und 52°, und für die übrigen den erſten etwas kleiner, den letzten größer. Er überzeugte ſich noch mehr von der Richtigkeit ſeiner Erklärung, da die Farben verſchwanden, wenn die Stelle D (Taf. XX. Fig. 107 und 108.) bedeckt, oder der Stral SD aufgefangen ward; da hingegen die Farben blieben, wenn er die ganze Kugel bedeckte, und nur die Stellen D und K offen ließ. Bey dieſer überzeugenden Richtig-

keit fiel es ihm nur ſchwer, die Urſache anzugeben, warum die Kugel blos unter gewiſſen Winkeln Licht nnd Farben zeigt, da doch unläugbar auch unter andern Winkeln gewiſſe ein- und zweymal reflectirte Stralen ins Auge gelangen. Er nahm daher ſeine Zuflucht zu dem Prisma, ſ. Prisma. Aber hier vertieſt er ſich aus Begierde, eine Cauſalerklärung zu geben, in Hypotheſen, entfernt ſich von der Erfahrung, und ſucht die Quelle der Farben in einer umdrehenden Bewegung der Lichttheilchen und in dem Angrenzen des Lichts an den Schatten, ohne doch daraus einen Vortheil für den eigentlichen Zweck der Unterſuchung zu erhalten. Dies nöthiget ihn endlich, wieder zur Erfahrung zurückzukehren, und die Verſuche der Berechnung zu unterwerfen.

Da ihm hiebey die Vortheile der Infiniteſimalrechnung mangeln, ſo iſt ſeine Rechnung ſehr weitläuftig. Er nimmt das Brechungsverhältniß aus Luft in Waſſer nach genauen Erfahrungen 250 : 187 an, theilt den Halbmeſſer des Tropfens in 10000 gleiche Theile, läßt auf jeden Theilungspunkt einen Sonnenſtral fallen, und berechnet für die zehn Stralen, die in den Anfang jedes Tauſends fallen, die Winkel, unter welchen ſie nach einer und nach zwo Reflexionen aus dem Tropfen ausgehen. Für die einmalige Reflexion findet er beym 8000ſten Strale vom Mittelpunkte aus gerechnet den Winkel x (Fig. 107.) = $40° 44'$, größer als bey allen übrigen Stralen. Er berechnet alſo die Winkel x weiter vom 8000ſten bis zum 9800ſten Strale für alle, die in den Anfang eines Hunderts fallen, und findet ſo, daß ihr Werth für alle Stralen zwiſchen dem 8500ſten und 8600ſten in Minuten gleich, nemlich allemal $41° 30'$ iſt. Hier ändert ſich alſo die Lage der ausfahrenden Stralen nicht merklich, wenn ſich auch gleich die Stellen der einfallenden um einen merklichen Theil des Halbmeſſers ändern, und ein Auge, das den Tropfen unter dieſem Winkel ſieht, bekömmt Parallelſtralen von mehr Stellen des Tropfens, und ſieht alſo mehr Licht, als unter andern Winkeln. Durch eine ähnliche Rechnung findet Descartes für die doppelte Reflexion den Winkel V (Fig. 108.), wenn er ein Kleinſtes iſt,

und ſich eine Zeitlang nicht merklich ändert, = 51° 54′. Dies iſt nun die erſte richtige Erklärung der Größe der Bogen aus den Stellen der wirkſamen Stralen, und zugleich die erſte mathematiſche Berechnung derſelben, welche wir jetzt durch Rechnung des Unendlichen nur kürzer und genauer anzuſtellen wiſſen.

So hat Descartes beyde Regenbogen richtig, aber nur als helle, nicht als farbige Bogen, erklärt. Er hat nemlich bewieſen, daß wir am Himmel zween concentriſche glänzende Bogen ſehen müſſen, deren Halbmeſſer 41° 30′ und 51° 54′ einnehmen, und deren Breite dem Sonnendurchmeſſer gleich iſt, weil die Linie nach der Sonne in jeden Punkt der Sonnenſcheibe gezogen werden kan. So würde auch die Erſcheinung wirklich ausfallen, wenn alle Stralen gleich viel Brechbarkeit hätten, wie Descartes, den damaligen Kenntnißen gemäß, annahm. Alſo fehlte nur noch die wahre Erklärung der Farben, worüber Descartes blos Träume vorbringt.

Dieſen Mangel zu erſetzen, war erſt Newton fähig, deſſen Entdeckungen über die verſchiedene Brechbarkeit der im Lichte enthaltenen Farbenſtralen, ſ. Brechbarkeit, ſowohl die Entſtehung, als die Ordnung der Farben mit einemmale vollkommen erklären. Newton trägt das hiehergehörige (Opt. L. I. P. II. prop. 9.) als eine Anwendung ſeiner Farbentheorie vor, nimmt das Brechungsverhältniß aus Luft in Waſſer für die am meiſten und am wenigſten brechbaren Stralen, wie 109 : 81 und 108 : 81 an, giebt eine mathematiſche Beſtimmung der Winkel, unter welchen die meiſten Stralen von jeder Farbe ins Auge kommen, und zeigt an, daß die Rechnung dieſe Winkel für den innern Regenbogen 40° 17′ und 42° 2′, für den äuſſern 54° 7′ und 50° 57′ gebe. Dieſemnach bildet jede Farbe einen beſondern Bogen; alle dieſe Bogen ſind concentriſch, und es fällt im innern Bogen der violette inwendig, der rothe auswendig; im äuſſern hingegen der violette auswendig. Hiedurch wird das ganze Phänomen vollſtändig erklärt; auch ſtimmen Newtons angegebne Maaße mit der Erfahrung überein. Er fand den gröſten Halbmeſſer des innern Bogens 42 Grad

die Breite $2\frac{1}{4}°$; den kleinſten Abſtand beyder Bogen $8\frac{1}{2}°$; und den äuſſern faſt im Verhältniße 3 zu 2 breiter, als den innern.

Es blieb alſo nichts übrig, als die Berechnung zu erleichtern, und auf die blos möglichen Regenbogen zu erſtrecken, die durch mehr als zwo Reflexionen innerhalb des Tropfens entſtehen könnten, wozu die neuere Analyſis ſehr leichte Wege gezeigt hat. Mit dieſer blos mathematiſchen Aufgabe haben ſich **Halley** (Philoſ. Trans. no. 257. for 1700.), **Herrmann, Joh. Bernoulli** (Opp. To. IV. n. 171. p. 197.) und der Marquis **de Courtivron** beſchäftiget.

Beſondere Erſcheinungen bey Regenbogen.

Man ſieht bisweilen Regenbogen vor ſich in der Luſt ſchweben, oder auf der Erde liegen. **D. Langwith** (Philoſ. Trans. Vol. XXXI. num. 369. p. 229.) beſchreibt einen ſolchen, der ſich auf der Erde einige hundert Yards weit fortſtreckte. Die Figur war hyperboliſch und die erhabne Seite gegen das Auge gekehrt; die Farben waren an den nächſten Theilen in einem ſchmälern Raume beyſammen, und lebhafter als an den entfernten. Bey dieſer Erſcheinung liegen die Tropfen, die den Bogen bilden, auf dem Erdboden, und das Auge ſteht höher, als dieſelben. Der Kegel, deſſen Oberfläche die Geſichtsſtralen bilden, wird von der Erdfläche geſchnitten; daher kan die Geſtalt des Bogens hyperboliſch, elliptiſch u. ſ. w. ſeyn, je nachdem die Lage der Erdfläche gegen die Axe des Kegels beſchaffen iſt. Da die äuſſern Farben ſtumpfere Kegel bilden, als die innern, ſo macht jeder Farbenbogen eine andere Curve, und man kan ſich Fälle denken, wo die eine Farbe eine Hyperbel, die andere eine Parabel, die dritte eine Ellipſe bildet. **Menzel** (Ephemerid. Natur. Curioſ. 1686.) hatte die Erklärung ſolcher horizontalen Regenbogen als ein Problem aufgegeben: **Jacob Bernoulli** theilte unter den Corollarien einer Diſſertation (De ſeriebus infinitis. Baſil. 1689.) die Auflöſung ohne Beweis mit; **Cramer** aber hat in der Genfer Ausgabe von Bernoulli's Werken (To. I.

n. 35. p. 400.) den Beweis hinzugefügt; auch handlet **Webb** (Philoſ. Trans. Vol. XLVII. p. 248.) hievon.

Bisweilen ſieht man innerhalb des Hauptregenbogens noch einen dritten, oder auch wohl noch mehrere bunte Bogen, deren Erklärung ſtreitiger iſt. **D. Langwith** (Philoſ. Trans. Vol. XXXII. num. 375. p. 241.) ſahe am 21 Aug. 1722. innerhalb des erſten Regenbogens noch einige farbige Ringe, die ſich aber nur am obern Stücke des Bogens zeigten, wenn gleich die Farben des Hauptregenbogens unten an den Schenkeln lebhafter waren. Der erſte Ring war viel breiter, als die andern, ja, ſoviel er urtheilen konnte, ſo breit wie die übrigen zuſammen. Der erſte hatte die gewöhnlichen Farben; die übrigen zeigten oben die grüne, unten die violette oder Purpurfarbe. Mehrere Zuſchauer ſahen zugleich eben daſſelbe. **Bouguer** (Mém. de Paris, 1757. p. 62.) ſah in Peru den erſten dieſer Ringe ſehr oft, wenn der Himmel nach der Sonne hin recht heiter, und gegenüber recht dunkel war, in Geſtalt eines dritten Regenbogens, der an den innern unmittelbar angrenzte. **Le Gentil** ſahe am 18 Nov. 1756 unter den beyden gewöhnlichen Bogen noch zween andere, deren oberer das Violet des gewöhnlichen Bogens unmittelbar berührte. Sie waren beyde lebhaft blau, und ſtanden um etwas mehr, als ihre Breite, aus einander, ſo daß der Raum, den beyde einnahmen, etwa ſo groß, als die Breite des innern Regenbogens, war. Einmal ſahe er auch mit Herrn **de Fouchy** unter dem Violet des gewöhnlichen Bogens einen Raum ohne Farbe, und darunter ein lebhaftes Grün.

D. Pemberton (Philoſ. Transact. num. 375.) ſucht dieſe Erſcheinungen aus der Newtoniſchen Theorie der Anwandlungen des leichtern Durchgehens oder Zurückwerfens (ſ. **Farben**, Th. II. S. 146 u. f.) zu erklären; man findet ſeine Gedanken auch beym **Smith** (Lehrbegrif der Optik, durch Käſtner S. 244.). Er ſchreibt aber jedem Farbenſtrale beſondere Anwandlungen zu, ohne auf die Dicke des Mittels zu ſehen; daher **Prieſtley** lieber die Erſcheinung von den ſehr kleinen Regentropfen herleiten will, die mit den größern vermiſcht ſind, und mit denen es eben die Be-

wandniß hat, wie mit den Farben dünner Blättchen. Dieſe Tröpfchen treibt die durch den Fall des Regens bewegte Luft zugleich mit den größern Tropfen herunter; darum mögen wohl die Nebenbogen nur unter dem höhern Theile des innern Bogens erſcheinen, weil die Tröpfchen nicht ſehr tief herabkommen. Andere erklären die ganze Erſcheinung für zufällige Farben, die aus dem Anſchauen des lebhaften Hauptregenbogens im Auge entſtehen, ſ. **Farben, zufällige.** **Bergmann** (Phyſikal. Beſchreib. der Erdkugel, durch Röhl, Th. II. S. 55.) ſagt, man könne die Nebenbogen allezeit ſehen, wenn man den Hauptbogen einige Minuten lang ſtarr anblicke, und dann das Auge auf den innern dunkeln Raum richte. Herr **Klügel** macht die Bemerkung, daß ſie vielleicht von den wenig divergirenden Farbenſtralen herrühren können, ſo wie die Hauptbogen von den parallelen entſtehen, wobey nur noch zu erklären ſeyn würde, warum ſich jene nicht ganz herunter erſtrecken.

Boscowich (Sopra il turbine, che la notte tra gli XI e XII Giugno del 1749 daneggió una gran parte di Roma, in Roma 1749. 4. ſ. auch Hamburg. Magazin, X. B. 5 St. Art. 5. S. 229.) ſahe am Tage nach einem großen Windwirbel zwo Stunden vor Untergang der Sonne einen dritten Regenbogen, der den innern berührte, und eine Viertelſtunde vor Sonnenuntergang drey Nebenbogen mit eben der Ordnung der Farben, alle an einander rührend, nebſt einer zweifelhaften Spur eines vierten, den ſein Begleiter deutlich erkannte.

Man hat auch die Erſcheinung eines dritten Regenbogens aus der Reflexion des Sonnenlichts von Wolken oder Waſſer zu erklären geſucht. **Senguerd** (Philoſ. natur. ed. 2da. Lugd. Batav. 1685. p. 292.) ſahe einen ſolchen, der am Horizonte an den Hauptregenbogen anſchloß, oben aber von den beyden gewöhnlichen gleich weit abſtand. Er leitet ihn von der Zurückſtralung an den Wolken her. **Eſtienne**, Canonicus zu Chartres (ſ. Hiſt. de l'Acad. roy. des ſc. à Paris, 1743. p. 54.) ſahe am 10 Aug. 1665 einen Regenbogen von einem kreisförmig gebognen Streif durchſchnitten, und bemerkt, daß zu dieſer Zeit der Fluß Char-

tres etwa 150 Schritte vor ihm geweſen ſey. Eben ſo laſſen ſich die Bogen erklären, die Halley 1698 zu Cheſter und Celſius 1743 in Dalekarlien geſehen haben, welche die beyden gewöhnlichen Bogen durchſchnitten, und etwas breiter, als dieſelben, waren.

Die umgekehrten Regenbogen, dergleichen Weidler (Comment. de parheliis, p. 30.) beſchreibt, erklärt Descartes aus Zurückwerfung der Sonnenſtralen von der Fläche eines vorliegenden Waſſers. Weidler giebt eine andere Erklärung aus Sonnenſtralen, die in das Auge jenſeits ihres Vereinigungspunkts mit der Axe des Regenbogens fallen, welche Erklärung aber Prieſtley dunkel und nicht gehörig durchgedacht nennt.

Einen Regenbogen, 20 Minuten nach Sonnenuntergange, deſſen Mittelpunkt alſo über dem Horizonte war, ſahe Georg Edwards (Philoſ. Trans. Vol. L. p. 294.) mit den gewöhnlichen, aber etwas ſchwächern Farben. Er ſchreibt deſſen Entſtehung den von der Stadt London aufgeſtiegnen Dünſten zu.

Mondregenbogen entſtehen auf gleiche Art, wie die gewöhnlichen, durch das Licht des Mondes. Ariſtoteles erwähnt ſie zuerſt, ſagt aber, ſie zeigten ſich nur im Vollmonde, weil ſonſt das Mondlicht zu ſchwach ſey. Sie ſind insgemein ſehr blaß, und manchmal kan man gar keine Farben unterſcheiden. De Ulloa (Voyage au Perou, Vol. I. p. 368.) ſahe am 4 Apr. 1738 drey weiſſe Mondregenbogen, deren mittlerer 60° Durchmeſſer hatte. So ſind die meiſten, welche von Briſſon angeführt werden, nur weiſſe oder gelbe Bogen geweſen. Dennoch beſchreibt Thoresby (Philoſ. Trans. num. 331.) einen, der ſehr lebhafte Farben gehabt haben ſoll.

Wenn das Meer ſehr ſtürmiſch iſt, und die Wellen ſich häufig in Tropfen zertheilen, ſo bilden die Sonnenſtralen darinn die umgekehrten Meerregenbogen *(Arcs-en-ciel marins)*, deren man oft 20 — 30 zugleich ſieht, die aber gewöhnlich nur zwo Farben, nemlich Gelb gegen die Sonne zu, und Blaßgrün auf der andern Seite, zeigen.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 3. 10. 42. 89. 204. 208.

Newtoni Optice lat. redd. a *Sam. Clarke.* Lond. 1706. 4. p. 139 ſqq.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2414 ſqq.

Bergmann Phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel, durch Röhl. Greifsw. 1780. gr. 8. Th. II. S. 52 u. f.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſ. art. *Arc-en-ciel.*

Regenelektrometer, Electrometrum pluviae electricitatem indicans, Hyeto-electrometrum, *Electromètre pour la pluie.* Ein iſolirtes Gefäß, das den Regen auffängt, und durch ein damit verbundnes gewöhnliches Elektrometer die Stärke und Beſchaffenheit ſeiner Elektricität anzeigt. Man ſieht aus dieſer Beſchreibung, daß man eine ſolche Veranſtaltung leicht erfinden, und ihr nach Gefallen verſchiedene Einrichtungen geben kan, z. B. wenn man ein gewöhnliches Regenmaaß auf Glasfüße ſtellt und ein empfindliches Korkkugelelektrometer daran hängt, u. ſ. w.

Cavallo gebraucht zum Regenelektrometer eine ſtarke Glasröhre ABCI, Taf. XX. Fig. 110, ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Schuh lang, an deren Ende ein zinnerner Trichter DE angeküttet iſt, welcher einen Theil der Röhre vor dem Regen ſchützet. Die äuſſere Oberfläche der Röhre von A bis B iſt mit Siegellak überzogen, ſo wie auch der Theil von ihr, der von dem Trichter bedeckt wird. FD iſt ein Stück Rohr, um welches meſſingne Dräthe in verſchiedenen Richtungen geflochten ſind, damit ſie etwas Regen auffangen, und doch dem Winde nicht Widerſtand thun. Dieſes Stück Rohr iſt an die Röhre befeſtiget; aus ihm geht ein dünner Drath durch die Röhre hindurch, und iſt mit dem ſtärkern Drathe AG verbunden, der in einem Stücke Kork ſteckt, welches in das Ende der Röhre A befeſtiget iſt. Das Ende G des Draths iſt in einen Ring umgebogen, an welchen man ein Korkelektrometer hängen kan.

Cavallo befeſtiget dieſes Inſturment an die Seite des Fenſterrahmens, wo es von ſtarken meſſingnen Haken getragen wird. Die Röhre wird bey CB mit einer ſeidnen Schnur umwunden, damit die Haken beſſer faſſen können.

Der Theil FC ragt zu dem Fenſter hinaus, und das Ende F iſt ein wenig über den Horizont erhöhet. Der übrige Theil des Inſtruments geht durch ein Loch in dem Fenſterrahmen in das Zimmer herein, und im Rahmen ſelbſt ſteckt der Theil CB. Es muß ſich leicht abnehmen und wieder aufſtellen laſſen, weil man es oft abwiſchen und trocknen muß, beſonders, wenn ſich ein Platzregen nähert.

Wenn es regnet, und vorzüglich bey vorübergehenden Platzregen wird das Inſtrument in dieſer Stellung ſehr oft elektriſche Wirkungen zeigen, wobey denn die Stärke und Beſchaffenheit der Elektricität, wie gewöhnlich, unterſucht wird, ſ. Elektrometer. Cavallo fand den Regen mehrentheils, obgleich nicht allemal, negativ elektriſirt, zuweilen ſo ſtark, daß er am Drathe AG eine kleine Flaſche laden konnte.

Tib. Cavallo vollſt. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, a. d. engl. Dritte Aufl. Leipzig, 1785. gr. 8. S. 297.

Regenmaaß, Hyetometer, Ombrometer, Hyetometrum, Hyetoſcopium, Ombrometrum, *Hyetomètre, Ombromètre.* Ein Werkzeug zu Abmeſſung der Menge des herabfallenden Regens. Man drückt dieſe Menge dadurch aus, daß man beſtimmt, wie hoch das Regenwaſſer die Oberfläche, auf die es gefallen iſt, bedecken würde, wenn es ſich gleichförmig über dieſelbe ergoſſen hätte, und nichts davon durch Einſaugung in die Erde oder Ausdünſtung verlohren gegangen wäre. Sagt man, ein Platzregen habe 2 Lin. Waſſer herabgegoſſen, ſo heißt dies, er würde unter den angegebnen Vorausſetzungen die Erdfläche, auf die er fiel, 2 Lin. hoch mit Waſſer bedeckt haben.

Bey gleichförmiger Verbreitung ſteht das Waſſer über allen Theilen der Fläche gleich hoch; man darf alſo nur meſſen, wie hoch es ſich über einer kleinen Fläche anſammlet, in die es ſich nicht einziehet und auf der es nicht verdünſtet. Daher beſtehen alle Regenmaaße aus metallnen, gläſernen oder irdenen prismatiſchen Gefäßen, deren Oberfläche man dem Regen frey ausſetzt. Um aber das Verdünſten zu hindern, giebt man ihren Grundflächen die Geſtalt von Trich-

tern, die das geſammlete Waſſer in eine unten verſchloßene Glasröhre führen, in der es bleibt, und durch ſeine Höhe oder ſein Gewicht die Menge des gefallenen Regens angiebt. Man muß nemlich durch Rechnung oder Proben beſtimmen, wieviel Höhe die Waſſermenge, die des Gefäßes Oberfläche 1 Lin. hoch bedecken würde, in der Röhre einnimmt, oder wieviel ſie wiegt. Alsdann kan man durch eine an die Röhre angebrachte Scale, oder durch Abwägen und Berechnung, die Linien des gefallenen Regens erfahren.

Durch das Volumen des aufgeſammleten Waſſers hat, ſoviel mir bekannt iſt, zuerſt **Mariotte** die Menge des Regens beſtimmt, ſ. **Quellen**; die Methode, ſie durch das Gewicht zu finden, gebrauchte **Townley** 1677 (Philoſ. Transact. num. 208. p. 51.).

Leutmanns Hyetometer (Inſtrumenta Meteorognoſiae inſervientia. Witeb. 1725. 8. Cap. 6.) iſt ein zinnerner viereckigter Trichter von 1 Quadratſchuh Oberfläche, der ſich unten in einen koniſchen Canal endigt, deſſen Oefnung die Größe einer Erbſe hat. Daran wird eine Glasröhre von 2—3 Zoll Durchmeſſer angebracht, die den kegelförmigen Canal ganz in ſich faſſet, unten wieder trichterförmig ausläuft, und durch einen Hahn mit einer zwoten Glasröhre von 3—4 Lin. Durchmeſſer verbunden iſt. Jede dieſer Glasröhren iſt 2—3 Schuh hoch, und die untere iſt am Ende wieder mit einem Hahne verſchloßen. Leutmann wiegt ein Loth Waſſer ab, und ſieht, wieviel Höhe es in der unterſten Röhre einnimmt; dieſe Höhe theilt er in 4 Theile, und trägt ſolche Theile auf einen Maaßſtab, der längſt der ganzen untern Röhre hingeht. Die obere weitere Glasröhre theilt er eben ſo nach Pfunden ab. Wird nun das Inſtrument dem Regen ausgeſetzt, ſo läuft das Waſſer in die obere Röhre, zeigt durch ſeine Höhe die Anzahl der Pfunde an, und kan durch die Oefnung des Hahns in die untere Röhre gelaſſen werden, um das, was über ganze Pfunde hinausgeht, nach Lothen und Quentchen abzumeſſen. Dadurch erfährt man das Gewicht des Waſſers, das ſich über einen Quadratſchuh Fläche ergoſſen hat. Er bringt

noch eine Art von Ofen dabey an, um im Winter das Verfrieren der Oefnungen zu verhüten.

Roger Pickering (Philoſ. Trans. 1744. num. 473.) beſchreibt unter andern meteorologiſchen Inſtrumenten auch ein ſehr einfaches Ombrometer, aus einem zinnernen Trichter von 1 Quadratzoll Oberfläche, mit einer Glasröhre von ½ Zoll Durchmeſſer. Die Glasröhre iſt auf 3 Fuß lang, und in ein Bret mit einer Scale eingelegt. Dieſe Scale giebt die Höhen an, welche ein Cubikzoll Waſſer in der Röhre einnimt, und dieſe kan man noch in eine beſtimmte Anzahl Theile theilen, z. B. in 32, wenn man die Beobachtungen nach Zweyunddreyßigtheilen des Zolles machen will.

Das in Frankreich gewöhnliche Ombrometer beſchreibt **de la Fond** auf folgende Art. Man ſtellt an einem abgelegnen, freyen und doch vor dem Winde gedeckten Orte ein zinnernes Gefäß auf, das 4 Quadratſchuh Oberfläche, und rings um 6 Zoll hohe Ränder hat. Man giebt demſelben etwas Abhang gegen den einen Rand zu, wo es eine Oefnung mit einer Röhre hat, welche alles auf die Fläche des Gefäßes gefallene Waſſer in einen darunter geſtellten und übrigens wohl bedeckten Krug führt. Sobald es aufhört zu regnen, mißt man das Waſſer im Kruge mit einem holen gläſernen Würfel von 3 Zoll Seite. In dieſem Würfel muß ſo viel Waſſer, als ſich über 4 Quadratſchuh Fläche ½ Linie hoch verbreitet, 32 Lin. Höhe einnehmen. Man zieht daher rings um den gläſernen Würfel, 4 Lin. unter dem obern Rande (alſo in der Höhe von 32 Lin.), einen Strich, füllt beym Ausmeſſen den Würfel allemal bis an denſelben, und rechnet jedes ſolches Maaß für eine halbe Linie Regenmenge.

Townley (Philoſ. Transact. num. 208. p. 51.) beobachtete vom Jahre 1677 an bis 1693 in Lancaſterſhire die Menge des gefallenen Regens durch das Gewicht; ſo wie **Derham** (Philoſ. Trans. num. 237. p. 47.) zu Upminſter in Eſſex von 1697 an. In Paris fieng **de la Hire** Beobachtungen nach der Waſſerhöhe an, welche man ſeit 1699 ununterbrochen fortgeſetzt hat. Auszüge aus den darüber

gehaltenen Verzeichnißen, nebſt Algöwers Beobachtungen in Ulm (Specimen Hyetometriae curioſae ab ann. 1715 ad 1721.) findet man beym **Wolf** (Nützl. Verſuche, Th. II. S. 237 u. f.). Von den Reſultaten dieſer Beobachtungen habe ich bey dem Worte **Regen** ſchon das nöthigſte beygebracht.

Wolf iſt mit der Methode der Engländer und Leutmanns, die Regenmenge nach dem Gewichte anzugeben, gar nicht zufrieden. Er geſteht zwar ein, daß man das Gewicht allezeit genauer finden könne, als das Volumen; aber er erinnert richtig, das Regenwaſſer habe nicht immer einerley eigenthümliches Gewicht, und ſchon die Abwechſelung der Wärme und Kälte könne hierinn einen merklichen Unterſchied machen. Leutmann verbindet in dieſer Abſicht mit ſeinem Werkzeuge ein gewöhnliches Aräometer, das die ſpecifiſche Schwere des Regenwaſſers angiebt, unter dem Namen eines **hyetoſtathmiſchen Inſtruments.** Jetzt iſt die Abmeſſung durch die Waſſerhöhe faſt durchgängig eingeführt.

Das Regenmaaß, welches die Manheimer meteorologiſche Societät (ſ. **Meteorologie**) ihren Beobachtern mittheilt, beſteht aus einem oben ofnen Kaſten, der das Waſſer auffängt, und durch eine Röhre erſt in ein Behältniß, und dann nach Gefallen in das eigentliche Gemäß, das im Kabinet ſteht, leitet. Es iſt auch eine Vorrichtung zu Aufthauung und Abmeſſung des Schnees und Hagels dabey angebracht.

Um die Menge des gefallenen Regens ſtundenweiſe zu erfahren, hat Herr **Herrmann**, Paſtor in Cämmerswalda im Sächſiſchen Erzgebirge (Mechaniſcher verbeſſerter Wind- Regen- und Trockenheitsbeobachter. Freyberg und Annaberg, 1789. 8.) eine artige Einrichtung angegeben. Zwölf gewöhnliche Hyetometer, nemlich Flaſchen mit aufgeſetzten Trichtern, von gleicher Oberfläche, ſind auf einer Scheibe in einen Kreis geſtellt. Dieſe Scheibe iſt um ihren Mittelpunkt beweglich, und wird mit einer Schlaguhr ſo verbunden, daß ſie alle Stunden um $\frac{1}{12}$ des ganzen Umkreiſes fortgedreht wird. Dieſe ganze Vorrichtung be-

deckt ein unbewegliches Dach, welches nur an einer Stelle ſo weit ausgeſchnitten iſt, daß unter der Oefnung gerade ein Trichter unbedeckt ſtehen kan, die übrigen eilf aber vom Dache bedeckt bleiben. Die Uhr bringt alſo alle Stunden einen andern Trichter unter die Oefnung, und ſo ſammlet ſich in jeder Flaſche nur ſo viel Waſſer, als in der Stunde, da ſie frey ſtand, auf den Trichter gefallen iſt. Die Flaſchen ſind mit den Zahlen der Stunden bezeichnet: man kan alſo am Morgen ſehen, wie viel es die Nacht über in jeder Stunde geregnet hat, u. ſ. w.

J. G. Leutmann Inſtrumenta Meteorologiae inſervientia, Witeb. 1725. 8.

Wolf Nützl. Verſuche ꝛc. II. Theil, Halle, 1722. 8. Cap. 6. §. 88 u. ſ.

Sigaud de la Fond Dict. de phyſique art. *Ombromètre.*

Reiben, Reibung, Friction, Frictio, Affrictus, Attritus, *Frottement.* Reiben heißt eigentlich rauhe Flächen mit Zuſammendrückung an einander hin bewegen. Hiebey greifen die Erhabenheiten der einen in die Vertiefungen der andern ein, und veranlaſſen dadurch einen Widerſtand, der die Bewegung ganz oder zum Theil aufhält. Dieſer Widerſtand bekömmt nun auch den Namen des Reibens oder der Friction. Er veranlaſſet bey dem Gange der Maſchinen, wobey ſich unvermeidlich Theile an einander reiben müſſen, beträchtliche Ausnahmen von den gewöhnlichen theoretiſchen Berechnungen, und muß daher in der Mechanik als ein Hinderniß der Bewegung beſonders betrachtet werden. Wenn z. B. an einer Radwinde 300 Pfund Laſt mit 25 Pfund Kraft im Gleichgewichte ſtehen, ſo ſollte die geringſte Verſtärkung der Kraft um wenige Quentchen ſchon die Laſt bewegen. Aber das Reiben der Zapfen in ihren Lagern kan ſo ſtark ſeyn, daß vielleicht noch 10 Pfund Kraft erfordert werden, um die verlangte Bewegung hervorzubringen.

Wenn ein ſchwerer Körper auf einer wagrechten Fläche ruht, ſo trägt dieſe ſein ganzes Gewicht, und die geringſte Kraft ſollte nun vermögend ſeyn, ihn fortzuziehen

oder fortzuſtoßen. Aber das Reiben des Körpers an der Fläche, macht zum Fortbringen deſſelben noch eine beträchtliche Kraft nöthig, auf deren Unterſuchung die ganze Theorie des Reibens beruht. So haben die Pferde auf wagrechtem Boden nicht die Laſt des Wagens zu überwinden; ſie verwenden ihre Kraft blos gegen das Reiben der Theile des Fuhrwerks. Wenn ein hölzernes oder metallnes Parallelepipedum auf einer ebnen wagrechten Tafel ruht, ſo kan man an die Vorderfläche deſſelben einen Faden befeſtigen, über eine Rolle ziehen, und mit Gewichten beſchweren. Kleine Gewichte werden den Körper noch nicht bewegen; legt man aber nach und nach mehr hinzu, ſo wird endlich Bewegung erfolgen, und man wird dadurch die Kraft, welche das Reiben überwindet, d. i. die Größe des Reibens ſelbſt, beſtimmen oder doch in ſehr enge Grenzen einſchließen können. Wäre es möglich, den Raum, durch den das Gewicht in einer gegebnen Zeit ſinkt, genau abzumeſſen, ſo würde ſich hieraus die Größe des Reibens noch ſchärfer beſtimmen laſſen.

Durch ſolche Mittel hat Amontons (Hiſt. de l'acad. roy. des ſc. 1699. p. 104.) das Reiben unterſucht, und ohngefähr einem Drittel des Drucks gleich gefunden, daß man alſo, um 6 Pfund Holz auf wagrechtem Boden fortzuziehen, 2 Pfund Kraft nöthig hätte. Leupold (Theatr. machin. gener. Cap. XVI. §. 217.) fand eben dies durch Verſuche mit hölzernen Bretern, und Belidor (Architect. hydraul. Liv. I. ch. 2. §. 122.) ſtimmt ſeinen Erfahrungen gemäß dieſem Satze gleichfalls bey.

Hiebey ſcheint es ſonderbar, daß ſich das Reiben blos nach dem Drucke richten ſoll. Da der Widerſtand von den eingreifenden Erhöhungen und Vertiefungen herkömmt, deren es deſto mehr giebt, je größer die in Berührung gebrachten Flächen ſind, ſo ſollte man vielmehr erwarten, das Reiben werde ſich hauptſächlich nach der Größe der Flächen richten. Dies war auch bis zu Ende des vorigen Jahrhunderts die allgemeine Meinung. Nichts deſto weniger fand Amontons das Reiben noch eben ſo groß, wenn er ſein Parallelepipedum auf die kleinere Seitenfläche ſetzte,

oder es zerſchnitt, und beyde Helften über einander legte, obgleich im letztern Falle die berührende Fläche nur halb ſo groß war, als wenn der Körper ganz blieb, und beyde Helften nebeneinander lagen. Leupold ſchloß aus ſeinen Verſuchen eben das, und man ſucht es insgemein dadurch begreiflich zu machen, daß zwar im letzten Falle nur halb ſoviel eingreifende Berührungsſtellen ſind, dafür aber auch jede doppelt ſo ſtark, als vorher, in die Vertiefungen der andern Fläche eingedrückt wird.

Parent (Hiſt. de l'acad. roy. 1700. p. 147. Mém. 1704. p. 173. 206.) ſucht dieſe Größe der Friction aus theoretiſchen Gründen zu beſtimmen. Er ſieht die Erhabenheiten und Tiefen der Flächen als Halbkugeln von gleicher Größe an, von denen jede obere drey untere ſo berührt, daß alle vier mit ihren Mittelpunkten in den vier Spitzen eines Tetraeders liegen. Er nimmt ferner an, eine Kraft ziehe die obere Kugel mit der auf ihr ruhenden Laſt nach einer wagrechten Richtung fort, und berechnet aus den Geſetzen der ſchiefen Ebne, wie ſich dieſe Kraft gegen die ganze Laſt der obern Halbkugel verhalten müſſe, um ſie im Gleichgewichte zu erhalten, wenn eine oder zwo von den untern Kugeln weggenommen würden. Er findet dieſe Kraft gegen die Laſt im Verhältniße der Linie, welche aus dem Schwerpunkte der Grundfläche des Tetraeders ſenkrecht auf die eine Seite dieſer Grundfläche gezogen werden kan, zur Axe oder Höhe des Tetraeders. Dieſes Verhältniß iſt nach der Theorie der regulären Körper $= 1 : \sqrt{8}$. Daher, ſchließt er, wird auch das Reiben zum Drucke an jeder Stelle im Verhältniße $1 : \sqrt{8}$ ſeyn. Hiebey ändert die Größe der Flächen nichts: größere Flächen haben zwar mehr Stellen; wenn aber der Druck der nemliche bleibt, ſo vertheilt er ſich unter alle Stellen, und wird für jede deſto kleiner, je mehr derſelben ſind. In dieſem Verhältniße aber wird auch die Reibung an jeder Stelle geringer, daß alſo die Totalſumme des ganzen Reibens die vorige bleibt, obgleich der Stellen mehr werden. Uebrigens nimmt Parent das Reiben für

$\frac{7}{20}$ des Drucks an, weil 1 : $\sqrt{8}$ dem Verhältniße 7 : 20 ſehr nahe kömmt.

De la Hire unterſcheidet die drey Fälle, da die Rauhigkeiten der Flächen entweder elaſtiſch ſind und ſich biegen, oder da ſie hart ſind, und der bewegte Körper gehoben werden muß, oder endlich, da ſie brechen und ſich losreiſſen. Er glaubt, in den beyden erſten Fällen richte ſich das Reiben blos nach der Größe des Drucks, im letzten aber augenſcheinlich auch nach der Größe der Flächen. Leupold verſichert, bey gleich ſchweren hölzernen Wellen das Reiben gleich groß gefunden zu haben, ob ſie ſchon verſchiedne Dicken gehabt hätten, womit auch Leibnitz (Miſcellan. Berol. To. I. p. 307 ſeqq.) einig iſt. Leonh. Chriſtoph Sturm (Obſ. circa frictionem machinarum in Miſcell. Berol. To. I. p. 294 ſqq.) hat zwar dagegen eingewendet, daß eben dieſelbe Mühlwelle auf dünnern Zapfen leichter laufe als auf ſtärkern, aber Leupold erinnert ſehr richtig, daß dies von dem geringern Momente der Friction bey dünnen Zapfen (d. i. von der geringern Entfernung der reibenden Stelle vom Ruhepunkte) herrühre, und hier, wo von der abſoluten Größe des Reibens die Rede iſt, nichts beweiſe. Belidor bringt Parents Demonſtration ebenfalls bey, beſtätigt den Satz durch eigne Erfahrungen, behält aber für die Rechnungen das Verhältniß 1 : 3 bey.

Auf eine andere Art findet man die Größe des Reibens, wenn man die Fläche, die den Körper trägt, an dem einen Ende erhebt, daß ſie ſchiefe Lagen gegen den Horizont bekömmt. Nach der Theorie der ſchiefen Fläche ſollte der Körper ſchon bey dem geringſten Neigungswinkel herabgleiten; wegen des Reibens aber thut er dies erſt, wenn dieſer Winkel eine gewiſſe Größe erreicht hat. Der gröſte Winkel, unter dem der Körper noch liegen bleibt, heißt der Ruhewinkel (angulus quietis). Bey dieſem Winkel wird der Körper eben ſo ſtark zur Bewegung getrieben, als ihn die Friction zurückhält, und man findet durch gehörig angeſtellte Betrachtung, daß ſich das Reiben auf der wagrechten Fläche zum Drucke verhalte, wie die Tangente des Ru-

hewinkels zum Sinustotus. Iſt die Friction $\frac{1}{3}$ des Drucks, ſo findet man für die Tangente 0,3333333 ... den Ruhewinkel = 18° 26′.

Nach dieſer Methode iſt die Friction von **Bilfinger** (Comm. Petrop. To. II. p. 403 ſqq.) und **Belidor** unterſucht worden. Jener fand den Ruhewinkel allemal zwiſchen 12 und 15 Grad, woraus, wenn man das Mittel 13$\frac{1}{2}$ Grad nimmt, die Größe des Reibens = 0,24 oder faſt $\frac{1}{4}$ des Drucks folgt. **Belidors** Verſuche gaben 18° 20′, welches **Amontons** Beſtimmung von 1 : 3 ſehr nahe kömmt. Genauer zu verfahren, müſte man den Körper herabglitſchen laſſen, und das Reiben aus dem Raume ſuchen, den er in einer beſtimmten Zeit zurücklegte, wozu **Euler** (Sur le frottement in den Mém. de l'Acad. de Pruſſe 1748. p. 130.) und **Käſtner** (Anfangsgr. der höh. Mechanik, S. 285.) Anleitung geben. Aber die Schwierigkeit, den Ruhewinkel recht genau abzumeſſen, macht dieſes ganze Verfahren unzuverläßig.

Camus (Traité des forces mouvantes) und **Deſaguliers** (Courſe of experimental-philoſophy, Lect. 4.) haben den Satz des Amontons ebenfalls vertheidigt, und durch viele Verſuche beſtärkt. Der letztere giebt unter dem Namen einer **Frictionsmaſchine** zu ſolchen Verſuchen ein eignes Werkzeug an, woran eine mit Gewichten beſchwerte Welle durch Schwingungen geſpannter Uhrfedern, die man losläßt, ſchnell hin und her gedreht wird. Das Reiben der Welle in ihren Lagern macht, daß die Schwingungen der Federn immer ſchwächer werden, und endlich gar aufhören. So giebt die Anzahl der Schwingungen ein Maaß für die Größe des Reibens; es werden der Schwingungen immer weniger, je mehr Gewicht man an die Welle bringt. Man kan mit dieſem Werkzeuge ſehr ſchnell und ohne alle Vorbereitung experimentiren; aber zu einem genauen Maaße des Reibens iſt es auf keine Weiſe geſchickt.

Die genauſten Verſuche über das Reiben ſind unſtreitig die von **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. natur. To. I. c. 9.). Sie zeigen deutlich, daß das Reiben zwar gröſtentheils, aber doch keinesweges gänzlich, vom Druck

abhange, und daß überhaupt kein allgemeines Geſetz für daſſelbe ſtatt finde. Bey Tannenholz auf Tannenholz nach der Länge der Fibern gerieben war das Reiben anfänglich $\frac{1}{4}$ des Gewichts; aber bey zunehmendem Drucke ward es nur $\frac{1}{7}$, endlich $\frac{1}{8}$. Tannenholz auf Buchsbaum gab anfänglich $\frac{1}{5}$, bey ſtärkerm Drucke nur $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$. Beym Eichenholz auf Eichenholz war die Friction anfänglich nicht ſo ſtark, als bey Tannen= auf Tannenholz: bey ſtärkerm Drucke aber blieb ſie etwas größer, ob ſie gleich auch ein kleinerer Theil des Drucks ward. Wurden die Hölzer ſo gerieben, daß ſich die Richtungen ihrer Fibern kreuzten, ſo war die Friction weit ſtärker, vorzüglich bey Tannen= auf Tannenholz. Bey vermehrter Fläche ward zwar das Reiben ſtärker, aber gar nicht im Verhältniße der Fläche ſelbſt.

Das Reiben der Metalle unterſuchte **Muſſchenbroek** mit einem eignen Werkzeuge, dem Tribometer, Taf. XX. Fig. 111. Es beſtand aus einer 4 Zoll dicken hölzernen Welle AB, mit einer durchgeſteckten ſtählernen Axe DD, die bey D und D $\frac{1}{4}$ Zoll, bey CC $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer hatte, und mit der Welle 3 Pfund wog. Man konnte das Ganze auf ein Geſtell bringen, wobey die Zapfen in Lager von verſchiedenen Materien, z. B. Stahl, Kupfer, Zinn, Guajakholz u. ſ. w. eingelegt werden konnten, welche Lager ſo, wie die Zapfen ſelbſt, ſehr wohl polirt waren. Um die Welle war eine Schnur geſchlagen, woran an beyden Seiten gleiche Gewichte P und Q gehangen wurden, um den Druck gegen die Zapfenlager nach Gefallen zu vergrößern. Auf einer Seite hieng an einer ſehr feinen Schnur die Schaale R, um darein das Uebergewicht zu legen, welches das Reiben überwinden und die Welle drehen ſollte. Weil beym Gebrauch der dünnen Zapfen DD die Welle 16mal dicker, als die Zapfen, war, folglich R 16mal mehr Moment bekam, als das Reiben am Umfange von D, ſo verhielt ſich die Friction zum Druck, wie 16 R : P + Q + 3 Pf.

Ex. Wenn der ſtählerne Zapfen auf Meſſing lief, und an beyden Seiten der Welle 1 Pfund Gewicht hieng, ſo muſte zu Bewegung der Welle R = 6 Drachmen = $\frac{3}{64}$

Pfund ſeyn. Alſo war das Reiben zum Druck, wie $\frac{3 \cdot 16}{64}$: $1 + 1 + 3 = \frac{3}{4} : 5$, oder wie $1 : 6\frac{2}{3}$. Beſtrich man die Zapfen mit Oel, ſo brauchte man in R nur $5\frac{1}{2}$ Drachmen = $\frac{11}{128}$ Pfund; alſo war das Reiben zum Druck, wie $\frac{11 \cdot 16}{256}$: $5 = \frac{11}{16} : 5 = 1 : 7\frac{3}{11}$ u. ſ. w.

Dieſe Verſuche zeigten folgendes. Stahl läuft am leichtſten auf Meſſing, mit mehr Reibung der Ordnung nach auf Bley, Kupfer, Guajakholz, Stahl, Zinn. Die Friction wächſt nicht genau im Verhältniß des Drucks, und jede Art der Körper ſcheint hierinn eignen Geſetzen zu folgen die ſich nicht allgemein machen laſſen. Wenn die Zapfen eingeölt ſind, ſo iſt das Reiben bey Stahl auf Meſſing etwa $\frac{1}{7}$, bey Stahl auf Kupfer $\frac{1}{6}$, bey Stahl auf Stahl $\frac{1}{4}$ des Drucks. Körper von einerley Materie, z. B. Stahl auf Stahl, reiben ſich untereinander am ſtärkſten, vermuthlich, weil die Ungleichheiten ihrer Flächen einerley Größe haben, daher ſie am vollkommenſten congruiren, und am tiefſten in einander eingreifen.

Dieſe Unterſuchungen betreffen nun blos das Reiben für den erſten Augenblick, in welchem der Körper anfängt ſich zu bewegen, welches von **Segner** (Diſſ. de adfrictu ſolidorum in motu conſtitutorum. Halae, 1758. 4.) die **Friction der Ruhe** nennt. Bey der Bewegung ſelbſt ändert ſich ihre Größe, wie ſchon **Muſſchenbroek** (Introd. ad phil. nat. §. 523.) erinnert, und durch einige Verſuche beſtätiget. Die **Friction der Bewegung** wird ſtärker, wenn die Geſchwindigkeit zunimmt; woraus ſich erklären läſt, warum die Maſchinen, wenn gleich die treibende Kraft ununterbrochen zu wirken fortfährt, nicht immerfort geſchwinder gehen, ſondern endlich in einen **Beharrungsſtand** gerathen, bey dem ihre Geſchwindigkeit nicht weiter zunimmt. In dieſem Beharrungsſtande iſt alſo die Bewegung gleichförmig, und die Ueberwucht der Kraft über das Gleichgewicht wird gerade auf die Friction verwendet. Mit Hülfe dieſes Satzes hat **Muſſchenbroek** an ſeinem Tribo-

meter die Frictionen mit den Geſchwindigkeiten im Beharrungsſtande verglichen. Das Reſultat ſcheint zu ſeyn, daß ſich die **Unterſchiede der Geſchwindigkeiten**, wie die **Logarithmen der Frictionen**, verhalten, welchen Satz auch von **Segner** zum Grunde legt, und Formeln daraus herleitet, deren Richtigkeit durch andere ſinnreich ausgedachte Verſuche ziemlich wahrſcheinlich gemacht wird.

Euler hingegen (Theoria motus corporum ſolid. §. 961. p. 450.) betrachtet das Reiben als eine während der ganzen Bewegung beſtändig einerley bleibende Größe, und leitet daraus Methoden her, aus der Zeit, worinn eine gegebne Kraft die gegebne Laſt in einer Maſchine auf eine gegebne Höhe hebt, die Größe der Friction zu beſtimmen. Dieſe Methoden gelten zwar nur für den Beharrungsſtand, in welchem die Friction wirklich unverändert bleibt; ſie ſind aber dennoch für die Ausübung gar ſehr brauchbar, weil der Beharrungsſtand eben derjenige iſt, für welchen man zu praktiſchen Abſichten jede Maſchine berechnen und einrichten muß.

Die mathematiſche Theorie der Friction mit Anwendung auf die Maſchinen findet man beym **Belidor** (Architect. hydraul. L. I. chap. 2.) und **Karſten** (Lehrbegrif der geſammten Mathem. Th. IV. Mechanik der feſten Körper, im 22ſten u. f. Abſchnitten) vorgetragen. Man hat hierüber auch gute einzelne Schriften von **Meiſter** (De aberratione attritus a lege inertiae in Nov. Comm. Soc. Gotting. To. I. p. 141.), **Lambert** (Sur le frottement, en tant qu' il ralentit le mouvement in Nouv. mém. de l'acad. de Berl. 1772. p. 9.), **Coulomb** (Sur la theorie des machines ſimples en ayant égard au frottement de leurs parties etc. piece qui a remporté le prix double de l'acad. de Paris pour 1781, auszugsweiſe in *Rozier* Journal, Sept. 1783.), **Metternich** (Diſſ. de frictione. Erf. 1786. 4. Von dem Widerſtande der Reibung, a. d. latein. Frankf. u. Maynz. 1789. 8.).

Das Reiben der Theile kan bey den Maſchinen durch verſchiedene Mittel beträchtlich vermindert werden. Hieher gehört vorzüglich der Vortheil, daß man nicht einerley Ma-

terien an einander laufen läſt, ſondern ſolche wählt, die ſich wenig reiben, z. B. Stahl auf Meſſing. So macht man in den Uhrwerken die Spindeln der Räder und Getriebe von Stahl, und läſt ihre feinen Zapfen in Löchern laufen, die in meſſingne Platten eingebohrt ſind. Eben ſo ſind insgemein die Räder von Meſſing, die Getriebe, in die ſie greifen, von Stahl.

Ferner wird das Reiben durch Einſchmieren oder Beſtreichen der Flächen mit ſchmierigen Materien ungemein vermindert. Man erklärt dieſe Erſcheinung gewöhnlich daraus, weil durch dieſe Beſtreichung die Erhabenheiten und Vertiefungen der Flächen ausgefüllt und mit einer Subſtanz verſehen werden, deren Theile bey der Bewegung der Körper ſehr leicht an einander hin gleiten. Hierauf beruht das Einſchmieren der Wagen und anderer hölzernen Maſchinen mit thieriſchen Fetten, der Uhrwerke und metallnen Werkzeuge überhaupt mit Baumöl oder Mandelöl u. ſ. w.

Endlich kan das Reiben faſt ganz vermieden werden, wenn man die Einrichtung ſo trift, daß ſich Flächen nicht an einander **ſchieben** *(gliſſer)*, ſondern über einander **rollen** oder ſich wälzen *(rouler)*, daher auch **Leibnitz** (Miſcell. Berol. To. I. p. 311.) bey ſeiner Theorie des Reibens das **Schieben** (ſuperinceſſus radens) vom **Wälzen** (ſuperinceſſus volvens) unterſcheidet. Beym Rollen oder Wälzen heben ſich die eingreifenden Theile faſt ohne allen Widerſtand aus den Vertiefungen der andern Fläche aus. Hierauf beruht die Fortſchaffung großer Laſten auf untergelegten Walzen, Kugeln oder Rollen, und die Erfindung der Wagenräder, von deren Einrichtung **Leupold**, **Camus** und **Deſaguliers** (ſ. Hamburgiſches Magazin, XI B. 1 St. Num. 6.) handlen. Durch die Wagenräder würde auf völlig ebnem und wagrechtem Wege das Reiben am Boden faſt ganz vermieden werden; es entſteht aber ein neues Reiben der Wagenachſen an den Naben der Räder, welches man den Verſuchen zufolge bey einem wohleingerichteten und gehörig geſchmierten Fuhrwerke auf $\frac{1}{7}$ der Laſt ſchätzt. Dieſes Reiben macht den Widerſtand aus, den

die Pferde zu überwinden haben. Setzt man die Kraft eines Pferdes im horizontalen Zuge = 175 Pfund, ſo findet ſich die Laſt, deren Reiben es überwältigen kan, 7. 175 = 1225 Pfund oder faſt 12 Centner. Dennoch darf man auf ein Pferd nicht leicht über 7 bis 8 Centner rechnen, weil die Wege nicht gleich gut ſind, auch oft bergan gehen, in welchem Falle die Pferde einen ziemlichen Theil der Laſt ſelbſt zu heben bekommen.

Sollen ſich die Zähne der Räder und Getriebe nicht an einander ſchieben, ſondern wälzen, ſo muß man ihnen epicykloidaliſche Geſtalten geben, welches nach **Leibnizens** Nachricht **Römer** zuerſt gelehrt hat.

Wenn ſich Körper blos hin und her bewegen ſollen, wie der Balken einer Wage, eine Pendelſtange, eine Glocke u. dgl., ſo kan man die Bewegung faſt ganz vom Reiben befreyen, wenn man die Zapfen der Axe, um welche die Bewegung geſchehen ſoll, nicht rund macht, ſondern unten abſchärft, wie Taf. XX. Fig. 112, ſo daß ſie bey B eine Schneide bekommen, und mit ſelbiger entweder auf einer wagrechten Ebne A C, oder auf dem innern Rande einer kreisrunden Oefnung B D aufliegen. Wenn alsdann der am Zapfen E befindliche Körper hin und her geht, ſo reibt ſich E nicht an der Unterlage, ſondern **wiegt ſich** auf der Schneide B ohne Reibung. So werden die Zapfen gebildet, mit denen man den Wagbalken in die Löcher der Scheere einlegt, ſ. **Wage**; und ſo hatte **Graham** das für die franzöſiſchen Akademiſten in Lappland verfertigte Pendel an der Axe E auf eine wagrechte polirte Ebne A C aufgelegt. Auf ähnlichen Gründen beruht eine von **Leupold** (Theatr. machin. gener. Tab. XXXII. Fig. 1.) abgebildete Art, die Glocken aufzuhängen.

So beſchwerlich und zweckwidrig das Reiben bey Hervorbringung der Bewegungen iſt, ſo zieht man doch auch aus demſelben in vielen Fällen große Vortheile. Es wird nützlich, ſobald es darauf ankömmt, Bewegungen, die man nicht haben will, zu verhindern. Potenzen, welche mit wenig Reibung wirken, z. B. der Hebel, erfordern ein unabläßiges Fortwirken der Kraft. Sobald dieſe einen Augen-

blick nachläßt, geht das Rüſtzeug zurück, bringt die Laſt wieder an die vorige Stelle, und vereitelt alle vorhergegangne Bemühung. Wo hingegen die Friction ſtark iſt, hindert dieſe von ſelbſt das Zurücklaufen der Maſchine, wenn auch die Kraft ganz aufhört, und ſichert dadurch die Früchte der vorigen Arbeit. Dies iſt der große Vorzug der Schraube, die zwar beym Eindrehen wegen des ſtarken Reibens viel Gewalt erfordert, aber auch, wenn ſie einmal an Ort und Stelle gebracht iſt, wegen eben dieſes Reibens, ohne weiteres Zuthun einer Kraft, auf immer feſtſteht, ſ. **Schraube.** Damit das Seil von der Radwinde nicht abglitſche, wenn die Kraft nachläßt, ſchlingt man es blos einigemal ſtraff um die Welle, und läſt das andere Ende deſſelben durch eine oder mehrere Perſonen ſtark anziehen. Dieſer Zug, der ſonſt zu Erhaltung der Laſt viel zu ſchwach ſeyn würde, iſt in Verbindung mit dem Reiben des Seils an der Welle zu dieſer Abſicht völlig hinreichend, u. ſ. w. So gewährt das Reiben der Mechanik beträchtliche Vortheile, wenn die Abſicht iſt, ſchädliche Bewegungen zu hindern.

Auſſerdem wird durchs Reiben fühlbare Wärme erregt, und oft Flamme hervorgebracht, ſ. **Feuer, Wärme.** So können Wagen, Mühlwerke und andere hölzerne Maſchinen in Brand gerathen, wenn man in den Zapfenlagern, wo das Reiben ſtark iſt, die Schmiere oder Abkühlung fehlen läſt. Auch wird durch Reiben die urſprüngliche Elektricität erregt, und Vertheilung des Magnetiſmus bewirkt, ſ. **Elektricität, Magnet.**

Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathematik. Dritter Theil, XII Abſchnitt. Vierter Theil, XXII Abſchnitt.

Leupold Theatrum machinarum generale. Leipzig, 1724. fol. Cap. XVI. §. 217.

Büſch Verſuch einer Mathem. zum Nutzen und Vergnügen des bürgerl. Lebens. Hamburg, 1776. 8. Erl. der Mechanik, S. 334. §. 47 u. f.

Reibzeug der Elektriſirmaſchine, Reiber, Küſſen, Corpus affricans ſ. electricitatem excitans affrictu, *Corps frottant*, *Couſſinet électrique.* Dieſen Na-

men führt derjenige Körper, mit dem man einen Nichtleiter reibt, um die urſprüngliche Elektricität in ihm zu erregen. Bey den erſten elektriſchen Verſuchen rieb man Glasröhren mit der Hand; auch machte man die Glaskugeln, die nachher, um mehr Bequemlichkeit zu erhalten, in Geſtellen umgedreht wurden, anfänglich nicht anders, als durch Anlegen der Hände, elektriſch. In der That iſt auch eine reine und trokne Hand für das Glas eines der beſten und wirkſamſten Reibzeuge.

Weil aber das Anlegen der Hand eine Perſon mehr erfordert, vielleicht auch aus Beſorgniß für die Geſundheit derer, die die Elektricität durch ihre Hände oft hergeben muſten, brachte Winkler in Leipzig zuerſt Polſter oder Küſſen an, an denen ſich die umlaufenden Glaskugeln rieben. Dies geſchah zum erſtenmale bey der Maſchine, welche beym Worte Elektricität (Th. I. S. 784.) angeführt iſt, und die nach Winklers eigner Verſicherung (Gedanken von den Eigenſchaften, Wirkungen und Urſachen der Elektric. Leipzig, 1744. 8.) von dem leipziger Drechsler Gießing angegeben war. Dieſe Maſchine hatte einen Glascylinder oder nur ein gemeines Bierglas, und das Küſſen war unter demſelben angebracht. Es war von Leder oder Leinwand, mit Wolle oder andern weichen Sachen geſtopft, und konnte durch eine Stellſchraube an das Glas angedrückt werden. Winkler gieng zwar von dieſer Einrichtung wieder ab, weil ſie das Glas zu ſehr erhitzte, kam aber doch nachher wieder zu den Küſſen zurück, die er mit einer Feder verſahe, um ſie gelinder an die Glascylinder oder Kugeln anzudrücken.

In England nahmen Watſon und Wilſon mit den in Deutſchland erfundenen Maſchinen, auch zugleich den Gebrauch der Küſſen an. Nollet hingegen verwarf die Küſſen, und bediente ſich blos der angelegten Hand. Dennoch fanden andere auch in Frankreich die Küſſen bequemer, und Sigaud de la Fond erzählt, er habe ſchon im Jahre 1754 Federn dabey angebracht, und ſie ſeitdem immer mit gutem Erfolg gebraucht.

Watſon (Philoſ. Trans. Num. 484. §. 63.) bemerkte, daß die Elektricität ſtärker erregt ward, wenn man das Küſſen und das ganze Geſtell der Maſchine anfeuchtete. Auch Wilſon fand es gut, das lederne Küſſen mit Silber oder Kupfer zu überziehen, und die ganze Maſchine mit dem feuchten Boden zu verbinden. Man konnte ſich damals dieſe Phänomene nicht erklären. Nollet läugnete ſie gänzlich und glaubte, daß alle Feuchtigkeit überhaupt der Elektricität nachtheilig ſey. Inzwiſchen bemerkte doch Watſon immer deutlicher, daß das Iſoliren der Kugel und des Reibzeugs nur eine ſchwache, kaum merkliche, Elektricität gewährte, die aber augenblicklich ſtärker ward, ſobald man eines von beyden mit dem feuchten Fußboden verband. Dies überzeugte ihn nach und nach, daß die Elektricität der geriebnen Kugel nicht eigen ſey, ſondern auf Veranlaſſung des Reibens aus dem Fußboden herbeygeführt werde. Endlich fand D. Bevis um 1747, daß die iſolirte reibende Perſon einer andern iſolirten, die die Kugel oder den Leiter berührt, ſtärkere Funken giebt, als beyde einer dritten auf dem Fußboden ſtehenden geben, woraus Watſon ſchloß, daß dem Reibzeuge eben ſoviel Elektricität genommen, als der Kugel gegeben werde. Dies führte zuerſt auf richtigere Begriffe von den entgegengeſetzten Elektricitäten. Franklin, der es ebenfalls bemerkt hatte, gründete darauf ſeine Theorie, und man hat ſeitdem nicht mehr daran gezweifelt, daß das E des Reibzeugs dem E der Kugel entgegengeſetzt ſey, oder daß von zween an einander geriebnen Körpern allemal der eine + E, der andere — E erhalte.

Hiedurch iſt der Begrif vom Reibzeug weit allgemeiner geworden. Wenn man zwo Subſtanzen reibt, erhält man allezeit beyde Elektricitäten. Will man die eine ſtark haben, ſo iſolirt man die Subſtanz, an der ſie ſich zeigt, und verbindet die andere mit der Erde, damit ſie ſoviel ± E, als man nöthig hat, erhalten oder abgeben kan. Dieſe letztere Subſtanz heißt alsdann das Reibzeug. Werden beyde Subſtanzen iſolirt, ſo erhält man auf jeden Fall nur ſchwache Elektricität. Werden ſie beyde mit der Erde verbunden, ſo zeigt ſich, wenn die Subſtanzen leitend ſind,

gar keine Elektricität; iſt aber die eine ein Nichtleiter, ſo wird doch die Stelle, wo das Reiben geſchieht, durch die angrenzenden Stellen iſolirt, und es zeigt ſich eine ſtarke Elektricität; ſind beyde Subſtanzen Nichtleiter, ſo zeigt ſich nur ſchwache Elektricität, weil der Fall ſo iſt, als ob beyde iſolirt wären.

Folgende aus Cavallo entlehnte Tafel zeigt, was für E entſtehen, wenn man die in der vorderſten Reihe ſtehenden Nichtleiter mit den zuletzt ſtehenden Reibzeugen reibt.

Katzenhaar	+ E	Jede bisher verſuchte Subſtanz.
Glattes Glas	+ E	Jede bisher verſuchte Subſtanz, das Katzenhaar ausgenommen.
Mattgeſchliffenes Glas	+ E	Trokner Wachstaffet, Schwefel, Metalle.
	— E	Wollenzeug, Federkiel, Holz, Papier, Siegellak, weiß Wachs, die Hand.
Turmalin	+ E	Bernſtein, Luft mit Blaſebälgen darauf geblaſen.
	— E	Demant, die Hand.
Haſenfell	+ E	Metalle, Seide, Magnetſtein, Leder, die Hand, Papier, gedörrtes Holz.
	— E	Andere feinere Felle.
Weiſſe Seide	+ E	Schwarze Seide, Metalle, ſchwarz Tuch.
	— E	Papier, die Hand, Haare, Marderfell.

Schwarze Seide	+ E	Siegellak.
	— E	Haſen= Wieſel= und Iltisfelle, Magnetſtein, Meſſing, Silber, Eiſen, die Hand.
Siegellak	+ E	Metalle.
	— E	Haſen= Wieſel= und Iltisfelle, die Hand, Leder, wollen Zeug, Papier.
Gedörrtes Holz	+ E	Seide.
	— E	Flanell.

Es kömmt aber hiebey ſehr viel auf die beſondern Umſtände des Verſuchs an. Eine kleine Veränderung in der Härte oder Glätte der Oberfläche, im Grade der Trockenheit, oder in der Richtung des Reibens kan ein ganz anderes E hervorbringen. In der Regel erhält der vollkommnere Nichtleiter + E, der unvollkommnere — E; die glättere Fläche + E, die rauhere — E. Aber es giebt dabey viel Ausnahmen; das Siegellak z. B. erhält — E, ob es gleich ein beſſerer Nichtleiter und glätter iſt, als die Hand oder das Papier, womit man es reibt.

Werden zween Nichtleiter, die in aller Abſicht gleich ſind, an einander gerieben, ſo erhält derjenige — E, der das ſtärkſte Reiben le det. Wenn z. B. ein Stück Seidenzeug, oder ein ſeidnes Band A über ein anderes gleiches B ſo hin und her gezogen wird, daß die ganze Fläche von A blos über einen einzelnen Theil von B geht, ſo erhält A das + E, B das — E.

Dünne Nichtleiter, z. B. ſeidne Bänder, ſeidne Strümpfe u. ſ. w., die als elektriſche Platten wirken, und die Vertheilung der E weit mehr, als die Mittheilung, befördern, zeigen beym Reiben vorzüglich merkwürdige Erſcheinungen. Zwiſchen zween Leitern, z. B. dem Dau-

men und Zeigefinger gerieben, erhalten ſie gewöhnlich — E, zwiſchen zween Nichtleitern, z. B. warmen nußbaumenen Platten, bekommen ſie + E. Zwiſchen einem Leiter und Nichtleiter werden weiße Bänder ſchwach gerieben + E, ſtark gerieben — E erhalten. Zwey Bänder übereinander gelegt, und zwiſchen verſchiednen Subſtanzen gerieben, erhalten jedes das entgegengeſetzte E von der Fläche, die es berührt hat. Dasjenige, ſo Glas oder Leiter berührt hat, erhält — E, das Siegellak, ſchwarze Seide, Holz ꝛc. berührt hat, + E. Wenn man ſie alſo auf Glas legt, und mit Siegellak reibt, hat das obere + E, das untere — E, und wenn man ſie aufhebt, kleben beyde aneinander. Symmer (Philoſ. Trans. Vol. LI. Part. I. no. 36.), Cigna (Miſcellan. ſociet. Taurinenſis, ann. 1765. p. 31 ſqq.) und Beccaria (Elettriciſmo artific. p. 197 ſqq.) haben hierüber ſehr unterhaltende Verſuche angeſtellt, wovon man Auszüge beym Prieſtley (Geſchichte der Elektricität, durch Krünitz. S. 166 u. f.), Socin (Anfangsgründe der Elektricität, Hanau, 1778. 8. 6. und 7te Vorleſung), und in der deutſchen Ueberſetzung des Cavallo (Dritte Aufl. Leipz. 1785. gr. 8. S. 262 u. f.) findet. Auch Bergmann (Schwed. Abhdl. XXV. Band, der deutſchen Ueberſ. S. 344.) hat ſich mit dieſen verwickelten Verſuchen beſchäftiget.

Herr Lichtenberg (Anm. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre. Vierte Aufl. 1787. S. 436.) bemerkt, daß einerley Körper, z. B. Federkiele, glatte ſowohl als matt geſchabte, an einander gerieben, bisweilen einerley E, bisweilen entgegengeſetzte E, bekommen. Wie fein ſolche Verſuche ſind, erläutert er durch folgendes Beyſpiel. Wenn man eine Stange Siegellak zerbricht, ſo ſoll das eine abgebrochne Ende + E, das andere — E zeigen. Er findet aber immer an dem einem ſtark — E, am andern ſchwach — E oder gar keine Elektricität, vielleicht, weil die ganze Stange ſchon vor dem Zerbrechen durch das Anfaſſen mit der Hand — E erhalten hatte, welches durch das Zerbrechen nicht ganz zerſtört werden konnte.

Aus dem bisherigen überſieht man leicht, daß bey Elektriſirmaſchinen, Elektrophoren u. dgl. ſehr vielerley

Subſtanzen als Reibzeuge dienen können, je nachdem man den Nichtleiter wählt, an dem die Elektricität erregt werden ſoll. Bey den gewöhnlichen Maſchinen mit Glascylindern gebraucht man lederne, oder beſſer ſeidne **Küſſen**, ſ. **Elektriſirmaſchine** (Th. I. S. 789 und 792.). Sie werden iſolirt, aber auch mit einer Kette oder einem Drathe verſehen, den man auf den Boden fallen läßt, wenn man die Iſolirung aufheben will. So kan man nach Gefallen poſitiv oder negativ elektriſiren; poſitiv, wenn das Küſſen mit der Erde verbunden, und der iſolirte erſte Leiter an den Glascylinder geſtellt wird, negativ, wenn man das Küſſen iſolirt, und den Leiter an daſſelbe ſtellt, wozu bey einigen Maſchinen ein eigner Leiter angebracht iſt, und der andere poſitive Leiter mit der Erde verbunden wird.

Man pflegte ſonſt an die Vorderſeite des Küſſens einen lockern ledernen Lappen anzubringen, und mit dem elektriſchen Amalgama zu beſtreichen. Man hat es aber jetzt beſſer gefunden, blos die Kugel oder den Cylinder mit dem auf Leder geſtrichnen Amalgama gut durchzureiben, und alsdann das Küſſen, auf welches man gar nichts ſtreicht, wieder anzubringen. Vom untern Rande des Küſſens läßt man ein Stück Wachstaffet über den Cylinder hinweg bis an die einſaugenden Spitzen des erſten Leiters gehen, um die Zerſtreuung der Elektricität zu verhüten. Es iſt gut, die hintere Seite des Küſſens zu vergolden, oder mit Stanniol zu überziehen, und die Haare in demſelben mit Lahn oder Schnitzeln von Knittergold zu vermiſchen, auch den Rücken, wenn er von Holz iſt, mit Stanniol zu überziehen, um die Verbindung mit der Erde vollkommner machen zu können. Andere gute Bemerkungen über die Einrichtung der Küſſen macht **Adams** (Verſuch über die Elektric. a. d. engl. Leipzig, 1785. gr. 8. S. 18.), und gründet ſie zum Theil auf eine Hypotheſe über den Mechaniſmus der Erregung der Elektricität durch Reiben.

Bey den Glasſcheibenmaſchinen werden mehrere Küſſen, auf beyden Seiten der Scheibe, angebracht. Verſchiedene Einrichtungen hiezu ſind ſchon Th. I. S. 794 u. f. erwähnt, wo auch eine von **Bertholon** vorkömmt, bey der

der Reiber gedreht wird, und die Glasſcheiben unbewegt bleiben. Man muß die Küſſen nicht zu nahe an die eiſerne Axe der Glasſcheiben bringen, weil ſich ſonſt die erregte Elektricität dieſen Axen mittheilt, und verlohren geht. Zum Reiber für Scheiben von gedörrtem Holz ſchickt ſich am beſten kurzhaarigtes Rauchwerk, und **D. Ingenhouß** gebrauchte zu ſeinen Scheiben von Pappendeckel Breter mit Flanell und Haſenbalg überzogen. **Van Marum** rieb ſeine Gummilakſcheiben an Queckſilber in einem untergeſetzten Gefäße.

Herrn **Lichtenbergs** Maſchine mit der Trommel von Wollenzeug, und die neuerlich vorgeſchlagnen Taffetmaſchinen von **Walkiers de St. Amand** (Lichtenberg Mag. B. III. St. 1. S. 118.), **Rouland** (Deſcription des machines électriques à Taffetas, de leurs effets, et des divers avantages, que preſentent ces nouveaux appareils. à Amſt. 1785. 8.), **Seiferheld** (Beſchreibung einer ſehr wirkſamen Elektriſirmaſchine, als eine Anwendung des Weberiſchen Luftelektrophors. Nürnb. 1787. 8.) haben Reibzeuge von Katzenbalg. Auch bey den kleinen Elektriſirmaſchinen von **D. Ingenhouß** (ſ. Th. I. S. 804.) wird Seide mit Katzenbalg gerieben. Für den Harzkuchen des Elektrophors iſt das beſte Reibzeug trockner warmer Flanell, oder Haſen- Katzenbalg u. dgl. (ſ. Th. I. S. 821.).

Prieſtley Geſchichte d. Elektricität durch Krünitz, S. 45. 88. 125 u. f.

Tib. Cavallo vollſt. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, a. d. engl. Dritte Aufl. Leipzig, 1785. 8. S. 19 u. f.

Lichtenberg in Errlebens Anfangsgr. der Naturl. Vierte Aufl. Göttingen, 1787. 8. Anm. zu §. 501 und 514.

Reif, Pruina, *Givre*, *Gelée blanche*, *Frimas*. Wenn die Luft und die Oberflächen der Körper bis zum Gefrierpunkt erkältet ſind, ſo gefrieren die Dünſte, welche ſich aus der Luft niederſchlagen, und überziehen die Flächen mit kleinen Eiskörnern, welche den Namen des **Reifs** führen, und ganz eigentlich ein gefrorner Thau ſind. Dieſe Art des Reifs zeigt ſich vornehmlich zu Ende des Herbſts und Win-

ters, wenn die Nächte lang und kalt genug ſind, um der Erde und den Körpern einen großen Theil der den Tag über angenommenen Wärme zu entziehen. Alsdann ſieht man des Morgens die Pflanzen, Zweige der Bäume, Dächer der Gebäude u. ſ. w. anſtatt des Thaues mit Reif überzogen; auch ſind diejenigen Flächen am ſtärkſten bereiſt, auf die ſonſt der Thau am häufigſten fällt. Dieſe Art des Reifs führt bey den franzöſiſchen Schriftſtellern insbeſondere den Namen *Gelée blanche*.

Eine andere Art Reif (*Givre*, *Frimas*) entſteht in der Luft ſelbſt, wenn ſie bis zum Gefrierpunkte erkältet iſt, und durch die in ihr ſchwebenden gefrornen Dunſttheilchen mit einer Menge feiner glänzenden Pünktchen erfüllt ſcheint. Dieſer Reif entſpringt aus Nebeln, welche vornehmlich im Winter und in den kalten Himmelsſtrichen ſehr häufig ſind, und deren Eistheilchen ſich an die der Luft ausgeſetzten Flächen, beſonders auf der Windſeite, in großer Menge anhängen. Nach **Briſſon** unterſcheiden ſich beyde Arten des Reifs, die ſonſt ſehr ähnlich ſind, darinn, daß die letztere *(givre)* nur entſtehen kan, wenn die Luft bis zum Eispunkte erkältet iſt, da hingegen der gefrorne Thau *(gelée blanche)* auch bey gelindern Temperaturen der Luft ſtatt findet, wenn nur die Flächen der Körper hinlänglich erkältet ſind.

Auf eine ähnliche Art entſteht auch das uneigentlich ſogenannte **Ausſchlagen der Kälte** an Wänden, Stubenfenſtern, Eiſen, Steinen und mehrern Körpern, bey einfallendem Thauwetter nach ſtarkem Froſte. Die Luft wird weit ſchneller erwärmt, als alle dieſe Körper; daher ſchlägt ſich die in ihr ſchwebende Feuchtigkeit an den kalten Flächen nieder, und gefriert an denſelben, wenn ſie bis zum Eispunkte erkältet ſind, ehe ſie ſich zu Tropfen vereinigen kan. Dadurch wird die kalte Fläche mit einer ſchneeähnlichen Rinde von feinen Eistheilchen überzogen. Dieſe Theile kommen nicht, wie der Name des Ausſchlagens andeutet, aus dem Körper heraus, ſondern hängen ſich vielmehr von auſſen her an ſeine Fläche. Wenn es von auſſen kalt iſt, und ſich im Zimmer viele Perſonen aufhalten, welche ſtark dünſten, ſo gefrieren die Dünſte an den kalten Fen-

ſterſcheiben von innen; wenn aber nach langem Froſte Thauwetter einfällt, ſo hängt ſich das Eis an die Scheiben in kalten Gewölbern u. dgl. von auſſen.

Ueber die beſondern Geſtalten, welche das Eis der Fenſterſcheiben zuweilen bildet, hat von Mairan (Diſſ. ſur la glace. à Paris, 1735. 8. vermehrt 1749. 8. Abhdl. vom Eiſe, a. d. frz. Leipzig, 1752. 8.) viele Unterſuchungen angeſtellt. Im Freyen zeigt das Eis, wenn es in dünnen Blättern entſteht, ein Beſtreben, ſich unter Winkeln von 60° und 120° an einander zu fügen, ſ. Eis, Schnee. Dies bemerkt man auch an den gefrornen Fenſterſcheiben; hier aber bilden ſich noch andere krummlinigte Figuren von Blumen u. dgl., deren Entſtehung v. Mairan nicht anders, als durch feine faſt unſichtbare Furchen in der Oberflächen der Glastafeln erklären kan, welche entweder ſchon auf der Glashütte beym Abſtreichen des geſchmolzenen Glaſes mit dem Eiſen entſtanden, oder hernach bey der Reinigung der Scheibe durch Bürſten und Abſcheuren mit feinem Sande in die Oberfläche geriſſen worden ſind.

Um den Reif oder das ſogenannte Ausſchlagen durch einen Verſuch nachzuahmen, miſcht man geſchabtes Eis und Salz in einem dünnen gläſernen Gefäße, das man von auſſen wohl abtrocknet, und dann eine Viertelſtunde lang an einem feuchten Orte ſtehen läſt. Die Miſchung bringt alsdann eine beträchtliche Kälte hervor, ſ. **Kälte, künſtliche**, und die an das Gefäß grenzende erkältete Luft ſetzt ihre Feuchtigkeit an die kalte Fläche in Geſtalt eines Reifs ab. **Nollet** (Leçons de phyſique exp. To. III. p. 362.) beſchreibt dieſen Verſuch ſehr umſtändlich.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. natur. To. II. §. 2387 ſqq.

Briſſon Dictionnaire raiſ. de Phyſique, Art. *Gelée blanche*, *Givre*.

Relativ, Relativum, *Relatif* nennt man dasjenige, was nicht an ſich, ſondern blos in Beziehung auf etwas anderes ähnliches betrachtet wird. So heiſſen alle Begriffe, welche Vergleichung eines Dinges mit andern vorausſetzen,

und blos das Reſultat dieſer Vergleichung ausdrücken, z. B. die von Dichte, Geſchwindigkeit u. dgl. relative Begriffe. Dem relativen iſt das abſolute entgegengeſetzt. Beyſpiele von Eintheilungen phyſikaliſcher Begriffe in abſolute und relative findet man bey den Worten Bewegung, Geſchwindigkeit, Gewicht, Kraft, Ort, Schwere.

Repercuſſion, ſ. Zurückwerfung.
Repulſion, ſ Zurückſtoßen.
Reſpiration, ſ. Athemholen.

Reſonanz, Reſonantia, *Reſonnement.* Wenn die von einem Schalle erſchütterte Luft gegen elaſtiſche Körper ſtößt, deren Theile ſo geſpannt ſind, daß ſie Schwingungen von gewiſſer Geſchwindigkeit annehmen können, ſo gerathen dieſe Theile ebenfalls in eine ſchwingende Bewegung, und klingen daher in gewiſſen Tönen mit. Dieſes Mitklingen heißt die Reſonanz. Es iſt am ſtärkſten und thut die meiſte Wirkung, wenn der mitklingende Körper ſo geſpannt iſt, daß er Schwingungen von eben der Geſchwindigkeit macht, und alſo in eben dem Tone, oder im Einklange, reſonirt.

Wenn daher von zwoen gleich geſtimmten Saiten die eine ihren Ton angiebt, ſo ſchallt die andere von ſelbſt mit. Legt man auf die Saite einer geſtimmten Violine ein Papierſtreifchen, ſo fällt daſſelbe herab, wenn man die gleichgeſtimmte Saite einer andern Violine mit dem Bogen ſtreicht, obgleich beyde Inſtrumente in ziemlicher Entfernung aus einander liegen. Zimmer, Säle, Gänge u. dgl., beſonders gemauerte und gewölbte, nehmen gewöhnlich in ihren Theilen die Schwingungen, die zu gewiſſen Tönen gehören, leichter an, als Schwingungen anderer Töne, d. h. ſie reſoniren für gewiſſe Töne am ſtärkſten. Hieraus wird begreiflich, warum in manchen Concertſälen die muſikaliſchen Sätze aus gewiſſen Grundtönen beſſer ins Gehör fallen, als die aus andern.

Für jeden ſpröden elaſtiſchen Körper giebt es einen oder mehrere Töne, durch welche ſeine Theile am leichtſten und

ſtärkſten in Schwingung geſetzt werden. Trift man einen ſolchen Ton, ſo hallt der Körper, zumal wenn er hohl iſt, ſtark und anhaltend wieder. Dieſe Reſonanz kan ſo ſtark werden, daß die Theile des Körpers von einander reiſſen. So zerſpringen Fenſterſcheiben vom Abfeuren der Kanonen, und Gläſer brechen entzwey, wenn man heftig in dem für ihre Spannung ſchicklichen Tone hineinſchreyet. Ein Beyſpiel von einem ſolchen Glaszerſchreyer erzählt Morhof (Stentor ὑαλοκλάστης ſ. de ſcypho vitreo per certum humanae vocis ſonum fracto. Kilon. 1683. 4.).

Auf eben dieſem Grunde beruht die Wirkung der Reſonanzböden auf den mit Saiten bezognen muſikaliſchen Inſtrumenten, deren Grundſätze Maupertuis (Sur la forme des inſtruments de muſique in den Mém. de Paris. 1724.) unterſucht hat. Man könnte den Violinen und Lauten, wie der Leyer der Alten, die Form eines Parallelogramms geben, und Saiten von unterſchiedner Länge darauf ziehen. Aber es iſt weit vortheilhafter, mehrere Töne aus einer Saite durch die Verkürzung mit der Hand zu ziehen, und ſie dabey auf einer hölzernen Tafel auszuſpannen, deren Faſern gleichſam neue Saiten von allerley Längen bilden, in der es alſo für jeden Ton einen gewiſſen Theil giebt, welcher mit ihm im Einklange, mithin ſehr leicht und ſtark, mitklingt. Daher ſind die Figuren der Reſonanzböden nicht Parallelogrammen, in denen alle Holzfaſern gleich lang ſeyn, und nur für einen gewiſſen Ton reſoniren würden. Und wenn auch gleich die Inſtrumente eine viereckigte Geſtalt bekommen, ſo werden doch die Reſonanzböden durch einen ſchiefen oder gekrümmten Steg und durch Schalllöcher in Faſern von ungleicher Länge zerſchnitten.

Ein ſolches Inſtrument iſt am vollkommenſten, wenn die Zahl der Faſern, die ſich zu jedem Tone ſchicken, ſo gleich, als möglich, und die Zahl der ſchwächer mitklingenden falſchen Faſern ſo klein als möglich, iſt. Zufälligerweiſe kan es in dem Reſonanzboden eines Inſtruments für einen gewiſſen Ton mehr Faſern geben, als für einen andern; oder es können für einen weniger falſche Faſern mitklingen, als für den andern. In dieſen Fällen ſpielt ſich das Inſtrument aus

gewiſſen Tönen ſtärker und reiner, als aus andern. Je leichter und trockner ein Holz iſt, deſto beweglicher ſind ſeine Faſern, und deſto weniger werden ihre Schwingungen durch die Schwingungen der nebenliegenden verändert. Daher haben die alten ausgeſpielten Violinen einen ſo vorzüglichen Werth.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre. Vierte Aufl. §. 294. 295.

Retardation, Retardatio, *Retardation, Ralentiſſement.* Die Verminderung oder das Abnehmen der Geſchwindigkeit, mit der ſich ein Körper bewegt. Sie findet ſtatt, wenn bewegte Körper, in gleichen auf einander folgenden Zeiträumen, immer kleinere Räume zurücklegen. So wird ein aufwärts geworfener Körper, wegen der Wirkung ſeiner Schwere, in jeder folgenden Secunde weniger ſteigen, als in der vorhergehenden, bis er endlich ganz zu ſteigen aufhört.

Bey den Berechnungen der Bewegung wird die Retardation als eine negative **Beſchleunigung** angeſehen, ſ. **Beſchleunigung**, wo man auch die Begriffe von gleichförmiger und ungleichförmiger Retardation, und von ihren Entſtehungsarten aus Kräften, erklärt findet. Eine ſolche der Bewegung ganz oder zum Theil entgegenwirkende Kraft, heißt eine retardirende, ſ. **Kraft, retardirende** (Th. II. S. 816.).

In der Mechanik laſſen ſich auſſer den eigentlichen einer Bewegung entgegenwirkenden Kräften, auch die übrigen Hinderniße der Bewegung, z. B. das Reiben, der Widerſtand der Mittel, die Steiſe der Seile u. ſ. w. als retardirende Kräfte betrachten. Dieſe Hinderniße verurſachen gewöhnlich, daß jede Bewegung, die nicht immer neue Zuſätze durch beſchleunigende Kräfte erhält, nach und nach ſchwächer werden, und endlich ganz aufhören muß. So wird die Bewegung des Pendels durch Reibung und Widerſtand der Luft allmählig aufgehoben, ſ. **Pendel**, und ſo würde ſelbſt die Bewegung der Planeten um die Sonne merklich ſchwächer werden, wenn ſie ſich in einem beträcht-

lich widerſtehenden Mittel, dergleichen die Wirbel des Descartes ſeyn würden, bewegen ſollten.

Retardirte Bewegung, ſ. **Bewegung, verminderte.**

Retardirte Geſchwindigkeit, Celeritas retardata, *Viteſſe retardée.* Dieſe Ausdrücke finden ſich bey den phyſikaliſchen Schriftſtellern aller Sprachen, für eine immer abnehmende Geſchwindigkeit. Dennoch ſind ſie ganz unſchicklich, weil das Beywort **retardirt** nur der Bewegung, nicht der Geſchwindigkeit, zukömmt. Nemlich retardiren heißt die Geſchwindigkeit vermindern; man kan alſo nicht von retardirter Geſchwindigkeit reden, ohne gleichſam der Geſchwindigkeit ſelbſt eine neue Geſchwindigkeit beyzulegen. Die Bewegung oder der bewegte Körper wird retardirt, die Geſchwindigkeit wird vermindert.

Retina, ſ. **Auge.**

Revolution, ſ. **Umlauf.**

Rhumb, Rhombus, *Rumb de vent.* Mit dieſem Namen bezeichnen die Schiffer die Weltgegenden ihres Orts, oder jede Linie aus dem Orte des Schifs nach einem von den 32 Punkten der gewöhnlichen Eintheilung des Horizonts, ſ. **Weltgegenden, Windroſe.** Dieſe Linien werden auf die Seekarten gezeichnet, und der Bequemlichkeit halber von den angebrachten Windroſen aus über die ganze Karte verlängert. Weil die Meridiane der Seekarten parallel laufen, ſ. **Loxodromie**, ſo laufen auch alle Linien gleichnamiger Rhumben mit einander parallel, und ein Lineal mit der Linie eines Rhumbs parallel gelegt, zeigt an allen Stellen der Karte ebendenſelben Rhumb.

Sonſt heißt auch **Rhumb** der Bogen des Horizonts zwiſchen zween zunächſt nebeneinander liegenden Weltgegenden, oder der 32ſte Theil des Umkreiſes. In dieſer Bedeutung ſagt man, die Richtung des Schifs oder Windes ändere ſich um einen halben Rhumb, um 1, 2 Rhumben u. ſ. w. Jeder Rhumb beträgt $11\frac{1}{4}$ Grad.

Richtung, Directio, *Direction*. Richtung überhaupt heiſst die gerade Linie nach der Gegend, nach welcher ein Punkt fortgeht. So lang der Punkt als ruhend, oder in einer einzigen beſtimmten Stelle ſeines Weges betrachtet wird, iſt er von allen Seiten her mit einer unzählbaren Menge anderer Punkte umringt, nach deren jedem er ſich hin bewegen könnte. Die geraden Linien nach dieſen Punkten umgeben die betrachtete Stelle, wie die Halbmeſſer einer Kugel derſelben Mittelpunkt umgeben. Im erſten oder nächſten Augenblicke der Bewegung aber kan der Punkt doch nur einer einzigen unter allen dieſen geraden Linien folgen, welche alsdann ſeine Richtung an dieſer Stelle genannt wird.

Fährt der Punkt eine Zeit lang fort, ſich immer in dieſer Linie zu bewegen, ſo wird ſein Weg mit der Richtung ſelbſt einerley, und die Bewegung iſt dieſe Zeit über geradlinigt. Aendert hingegen der bewegte Punkt die Richtung ſo, daß er in jeder Stelle ſeines Weges einer andern geraden Linie folgt, mithin alle Augenblicke die vorige Linie wieder verläßt, ſo iſt die Bewegung krummlinigt. Im letztern Falle iſt die Richtung an jeder Stelle diejenige gerade Linie, welche den krummlinigten Weg des Punkts daſelbſt berührt, oder die Tangente des Weges, welche nach der Geometrie ein gemeinſchaftliches Element mit dem Wege ſelbſt hat, und nach welcher der Punkt ſich zu bewegen fortfahren würde, wenn er hier mit einemmale aufhörte, ſeine Richtung weiter zu ändern.

Bey den Bewegungen ganzer Körper kan man zwar mehrere Punkte betrachten; wenn ſich aber dieſelben auf verſchiedene Art bewegen, muß doch eines jeden Bewegung insbeſondere unterſucht werden. Daher kömmt die ganze Lehre von der Bewegung auf Betrachtung bewegter Punkte an, und der angeführte Begrif von Richtung iſt für die ganze Mechanik hinreichend.

Jede Kraft ſucht Bewegung nach einer beſtimmten Richtung hervorzubringen; wenn alſo nur eine Kraft allein wirkt, ſo kan nichts anders erfolgen, als geradlinigte Bewegung nach dieſer Richtung. Eben ſo unterhält die Träg-

heit, wenn alle Kräfte zu wirken aufhören, geradlinigte Bewegung nach der Richtung, die der bewegte Punkt zuletzt gehabt hat. Aenderung der Richtung ſetzt allezeit ein Zuſammenkommen mehrerer Kräfte, oder wenigſtens einer immer fortwirkenden Kraft mit der durch Trägheit fortdauernden Bewegung voraus.

Bisweilen betrachtet man auch die Richtung bey geraden Linien, welche in Ruhe ſind, z. B. bey der Axe des Bleyloths, der Waſſerwage, der Magnetnadel, oder in der Geometrie bey allen Linien, welche Winkel mit einander machen. Man ſtellt ſich nemlich vor, als würden dieſe Linien durch Bewegung eines Punkts beſchrieben. Auf dieſe Weiſe kan man in jeder geraden Linie AB zwo entgegengeſetzte Richtungen finden, je nachdem man den beſchreibenden Punkt von A nach B, oder von B nach A, gehen läßt. In der Phyſik iſt mehrentheils eine davon Richtung einer gewiſſen Kraft, z. B. der Schwere, der magnetiſchen Anziehung ꝛc., welche die Axe eines Körpers nach der beobachteten geraden Linie ſpannt oder wendet.

Ring des Saturns, ſ. Saturnsring.

Ringkugel, Armillarſphäre, Sphaera armillaris, *Sphere armillaire.* Ein Werkzeug aus verſchiedenen Reifen oder Ringen (armillis), welche die Kreiſe der Himmelskugel im Kleinen auf eine ähnliche Art darſtellen. Die Ringkugel hat gleiche Abſicht mit der künſtlichen Himmelskugel, nemlich ein Modell des ſcheinbaren Himmels abzugeben; beyder Werkzeuge Unterſchied beſteht nur darinn, daß die Himmelskugel maſſiv iſt, und daher auf der Oberfläche auch die Sternbilder enthalten kan, da die Ringkugel blos die Kreiſe zeiget. Dagegen gewährt die letztere den Vortheil, daß man in das Innere ſehen, und daſelbſt die Erdkugel mit ihren Kreiſen darſtellen kan, wodurch die Erſcheinungen an der holen Kugelfläche ähnlicher nachgeahmt werden.

Die alten Aſtronomen gebrauchten ſolche Ringe oder Armillen zu wirklichen Beobachtungen. Sie wurden in

die Lage der Kreiſe am Himmel, z. B. der Ekliptik, gebracht, und das Auge in ihren Mittelpunkt geſtellt. So maſſen die alexandriniſchen Aſtronomen Längen und Breiten der Geſtirne auf Zodiakalarmillen. Erſt Tycho de Brahe hat ſtatt dieſer unvollkommnen Methoden beſſere eingeführt.

Taf. XX. Fig. 113. zeigt die Einrichtung der Ringkugel. Der Horizont AB ruht auf dem Fußgeſtell, und auf ihm ſteht ſenkrecht der Mittagskreis RDZM, der, wie bey der künſtlichen Himmelskugel, in zween Einſchnitten des Horizonts, und einem Einſchnitte des Fußgeſtells, ſo ruht, daß man ihn verſchieben, oder andere Punkte deſſelben ins Zenith Z bringen kan. Dieſe beyden Kreiſe machen die unbewegliche Sphäre aus.

Die beweglichen Kreiſe oder Ringe bilden miteinander eine Verbindung oder eine Art von Geſpärr, das ſich um die Axe PR drehen läßt. Dieſe Linie ſtellt die Weltaxe, P und R die beyden Pole vor. Man ſieht in der Figur vier gröſte Kreiſe: den Aequator, die Ekliptik und die beyden Koluren. Die Ekliptik iſt in derjenigen Stellung verzeichnet, in welcher der Kolur der Sonnenwenden mit dem Mittagskreiſe coincidirt, der Kolur der Nachtgleichen aber im Horizonte den Morgen- und Abendpunkt trift. Die Ekliptik iſt nicht, wie die übrigen Kreiſe, durch einen bloßen Ring dargeſtellt, ſondern ſie iſt mit der gehörigen Theilung in Zeichen und Grade auf die Mitte einer Zone von Meſſingblech gezeichnet, welche in der gehörigen Schiefe um die ganze Kugel herumgeht, 17½° breit iſt, und den Thierkreis vorſtellt. Auf dieſer Zone hat man alſo wenigſtens denjenigen Theil der Kugelfläche wirklich, in welchem Sonne, Mond und alle Planeten jederzeit ſtehen müſſen; daher man den jedesmaligen Ort dieſer Himmelskörper nach Länge und Breite, aus den Tafeln oder Ephemeriden aufſuchen, und durch ein Zeichen auf der äuſſern, oder auch auf der innern hohlen Fläche der Zone bemerken kan. So leiſtet die Ringkugel für Sonne, Mond und Planeten völlig gleiche Dienſte mit der künſtlichen Himmelskugel.

Man bringt bey den Ringkugeln insgemein kleine Bilder der Sonne und des Monds an zween Bügeln an, davon einer für die Sonne ſich um den Pol der Ekliptik drehen läſt, der andere aber für den Mond um einen Punkt, der von jenem um 5° abſteht, gewendet werden kan, weil der Pol der Mondbahn vom Pole der Ekliptik um das Maaß des Neigungswinkels beyder Bahnen, d. i. um 5° abſteht.

Zu der Verbindung von Ringen gehören noch vier kleinere mit dem Aequator parallellaufende Kreiſe, die beyden Wendekreiſe, und die beyden Polarkreiſe. Die erſtern ſtehen vom Aequator $23\frac{1}{2}$°, oder um die Schiefe der Ekliptik, ab; die letztern gehen durch die beyden Pole der Ekliptik.

Endlich ſetzt man auch auf die Ringkugel einen Stundenring oder Stundencirkel (*Roſette*), wie auf die Himmelskugel, ſ. Himmelskugel, künſtliche (Th. II. S. 599.). Er iſt auf dem Mittagskreiſe feſt gemacht, in 24 Stunden abgetheilt, und hat ſeinen Mittelpunkt im Pole der Kugel P, wo das Ende der Axe PR herausgeht. An dieſes Ende wird ein Zeiger geſteckt, der ſich mit der ganzen beweglichen Kugel zugleich umdreht, und während einer Umdrehung alle 24 Stunden der Theilung durchläuft.

Da alſo die Ringkugel die vornehmſten Kreiſe der Himmelskugel enthält, und ſelbſt von der Kugelfläche den Theil darſtellt, in welchem Sonne, Mond und Planeten jederzeit befindlich ſind, ſo ſieht man leicht, daß alles, was (Th. II. S. 601.) vom Gebrauche der künſtlichen Himmelskugel angeführt iſt, auch vom Gebrauche der Ringkugel gelte, nur dasjenige ausgenommen, was die Fixſterne auſſer dem Thierkreiſe betrift, deren Stellen ſich hier, wo die Kugelfläche mangelt, nicht verzeichnen laſſen.

de la Lande Aſtronom. Handbuch, a. d. frz. Leipz. 1775. gr. 8. §. 100. S. 56 u. f.

Röhre, Rohr, Tubus, *Tube*, *Tuyau*. Mit dem allgemeinen Namen der Röhren bezeichnet man in der Phyſik Körper von feſten Materien, durch deren Inneres

ein hohler Canal oder Gang hindurchgeht, um flüßige Materien durchzulaſſen. Es kömmt zwar hiebey nicht auf die Geſtalt an; meiſtentheils aber ſind ſowohl die Röhren ſelbſt, als die innern hohlen Canäle, rund oder cylindriſch gebildet, ſo daß die Durchſchnitte des Rohrs und des hohlen Ganges concentriſche Kreiſe vorſtellen, deren Mittelpunkte in der Axe des Cylinders liegen. Wird dieſe Axe in eine krumme Linie umgebogen, ſo entſteht ein **gebognes Rohr**; wird ſie an einer oder mehrern Stellen unter gewiſſen Winkeln gebrochen, ſo bildet jeder Theil einen beſondern **Schenkel** des Rohrs, und es entſteht ein Rohr von mehrern Schenkeln u. ſ. w.

Bey allen Röhren bekömmt der Durchſchnitt der innern Hölung den Namen der **Weite im Lichten** (lumen). Sind die Röhren cylindriſch, ſo wird unter Weite im Lichten ſehr oft nicht der ganze Flächeninhalt, ſondern blos der Durchmeſſer der innern Hölung verſtanden. Iſt dieſer Durchmeſſer unter $\frac{1}{10}$ rheinl. Zoll, ſo heißt das Rohr eine **Haarröhre**, ſ. Haarröhren.

Zu den phyſikaliſchen Verſuchen werden die Glasröhren, wegen der Durchſichtigkeit und Unzerſtörbarkeit ihrer Materie vorzüglich häufig gebraucht. Ihnen kömmt in der franzöſiſchen Sprache der Name *Tubes* eigentlich zu. Metallne oder hölzerne Röhren heiſſen gewöhnlicher *Tuyaux*, z. B. die Leitröhren bey Waſſerleitungen und Künſten (*tuyaux de conduite*). Auch bey phyſikaliſchen Werkzeugen gebraucht man metallne Röhren, wo man das Zerbrechen oder Zerſpringen des Glaſes zu fürchten hat, z. B. bey der Luftpumpe, beym pnevmatiſch-chymiſchen Apparat, wenn die Entwickelung der Gasarten ein heftiges Feuer erfordert.

Die Unterſuchung der Geſchwindigkeit, mit welcher das Waſſer aus Röhren ausläuft, und der Waſſermengen, welche dadurch in einer gegebnen Zeit ausgegoſſen werden, macht einen der wichtigſten und ſchwerſten Theile der Hydrodynamik aus. Herr **Käſtner** (Anfangsgr. der Hydrodynamik. Göttingen, 1769. 8.) und **Karſten** (Lehrbegrif der geſammten Mathematik, V. Theil, Hydraulik. Greifsw. 1770. 8.) haben die hierüber vorhandenen Erfahrungen ſorg-

fältig geſammlet, mit den Theorien verglichen, und die allgemeinen Formeln beygebracht, auf welche ſich die Anwendungen dieſer Lehren gründen.

Röhre, torricelliſche, ſ. Barometer.

Röhren, communicirende, Tubi communicantes, *Tubes ou Tuyaux communiquans*. Unter communicirenden Röhren verſteht man ſolche, welche mit einander entweder unmittelbar oder durch ein gemeinſchaftliches Behältniß ſo verbunden ſind, daß Waſſer und andere flüßige Materien ungehindert aus einer in die andere treten können. Geſtalt, Weite, Größe, Lage der Röhren u. ſ. w. thun hiebey nichts zur Sache. Die cylindriſchen Röhren AB und CD, Taf. XX. Fig. 114, welche das gerade Communicationsrohr BC verbindet, und die unregelmäßig geſtalteten ab, cd Fig. 115, welche mit dem Behältniße bce zuſammen hängen, ſind beydes communicirende Röhren. Und überhaupt laſſen ſich alle Gefäße, zwiſchen denen irgend eine freye Verbindung ſtatt findet, als ſolche betrachten.

Von allen communicirenden Röhren überhaupt gilt folgender Satz, welcher als das Geſetz des Gleichgewichts flüßiger Materien betrachtet wird.

Wenn ſich Waſſer (oder jede andere flüßige Materie) **in communicirenden Röhren** (von beliebieger Geſtalt, Lage und Weite) **befindet, und ſeine Oberflächen in beyden Schenkeln in einerley wagrechter Ebne ſtehen, ſo wird es in dieſer Lage ruhig ſtehen bleiben.** So findet man in den Röhren ABCD, Fig. 114. und abcd Fig. 115, das Waſſer ruhig, wenn ſeine Oberflächen auf beyden Seiten in einerley Horizontalebne FGHI ſtehen; und eben dies findet auch ſtatt, wenn man den Röhren, wie bey Fig. 116, eine ſchiefe Lage giebt.

Dieſer Satz läßt ſich durch Erfahrungen ſehr leicht beſtätigen. Man hat aber ſeine völlige Allgemeinheit auch durch Schlüße zu beweiſen geſucht, da ein großer Theil der Hydroſtatik auf ihm beruht. Mariotte (Traité du mou-

vement des eaux nach der deutſchen Ueberſ. Grundlehren der Hydroſtatik und Hydraul. Leipz. 1723. 8. S. 116.) giebt Beweiſe deſſelben für verſchiedene Geſtalten, Weiten und Lagen der Röhren, welche man verkürzt und mit einigen Abänderungen auch in den wolfiſchen Anfangsgründen der Hydroſtatik findet. Sie ſind aber auf das Maaß der Kräfte oder Bewegungen des Descartes und auf die Theorie der ſchiefen Ebne gebaut, d. h. auf Gründe, welche nur für feſte Körper völlig erwieſen ſind, und ohne große Sprünge im Schließen auf flüßige Materien, deren Druck ſich ganz anders fortpflanzt, nicht angewendet werden können. Ueberdies ſetzen ſie cylindriſche durchaus gleich weite Röhren voraus, und würden nur mit großer Weitläuftigkeit und durch Zerlegung in Elemente auf Röhren von jeder irregulären Geſtalt erweitert werden können.

Daniel Bernoulli (Hydrodynamica, Sect. II. §. 3.) gab daher einen andern Beweiß des Satzes, welchen auch Herr Käſtner in ſeine Anfangsgründe der Hydroſtatik aufgenommen hat. Er geht davon aus, daß die Oberfläche flüßiger Körper in jedem Behältniße wagrecht iſt, oder mit der Richtung der Schwere rechte Winkel macht, ſ. Flüſſig. Von dieſem Satze hat zwar Bernoulli auch mathematiſche Beweiſe zu geben verſucht, gegen deren Schärfe aber d'Alembert (Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides, à Paris, 1744. 4. §. 13.) gegründete Erinnerungen macht: Herr Käſtner hält es daher für beſſer, den Satz als Erfahrung anzunehmen. Wenn ſich alſo Waſſer in dem Taf. XX. Fig. 117. vorgeſtellten vierſeitigen Gefäße in Ruhe befindet, ſo wird deſſen Oberfläche der Erfahrung gemäß die wagrechte Ebne AB bilden.

Man betrachte ein kleines Theilchen dieſer Waſſermaſſe P. Dieſes Theilchen wird unſtreitig durch ſein eignes Gewicht und durch den Druck der über ihm liegenden Theilchen unterwärts nach dem Boden des Gefäßes getrieben. Dennoch ſinkt es nicht. Es müſſen alſo die unter ihm liegenden Theilchen eben ſo ſtark entgegendrücken, als es gegen ſie drückt. Aus dieſer Betrachtung folgt der Satz, der ſchon beym Worte Druck (Th. I. S. 611.) aus andern Be-

trachtungen und Erfahrungen hergeleitet ward, daß jedes Theilchen einer ſtillſtehenden flüßigen Materie nach jeden zwo entgegengeſezten Richtungen gleich ſtark gedrückt wird. Weil dies nun von allen Theilen gilt, ſo wird dasjenige Waſſer, welches zwiſchen den Grenzen FbcI und GPpH enthalten iſt, von dem darüber und darunter ſtehenden Waſſer eben ſo ſtark gedrückt werden, als es ſelbſt dieſes darüber und darunter ſtehende Waſſer drückt. Stärker kan es nicht davon gedrückt werden, weil es ſonſt weichen würde; auch nicht ſchwächer, weil ihm ſonſt das andere Waſſer Platz machen würde, welches doch beydes nicht geſchieht.

Man denke ſich nun an der Stelle der willkührlich angenommenen Grenzen FbcI und GPpH, eine feſte das Waſſer umſchließende Röhre, ſo wird dieſe Röhre nicht ſtärker und nicht ſchwächer auf das zwiſchen dieſen Grenzen enthaltene Waſſer drücken, als vorher das auſſerhalb der Grenzen befindliche Waſſer that. Nicht ſtärker, denn feſte Wände tragen nur gerade den Druck, der gegen ſie ausgeübt wird, ſo wie vorhin das umgebende Waſſer auch nur gerade den Druck des innern trug; nicht ſchwächer, weil wir die Röhre feſt genug annehmen, um dem Waſſer nicht zu weichen. Nunmehr vertritt alſo die Röhre die Stelle des übrigen Waſſers, das man ganz hinweg nehmen kan, ohne den Zuſtand des innern Waſſers zu ändern. Da nun vorher im vierſeitigen Gefäße alles ruhig ſtand, wenn die Oberfläche AFGHIB eine zuſammenhängende Horizontalebne bildete, ſo muß auch in den communicirenden Röhren FbcIHpPG alles in Ruhe ſeyn, wenn die Flächen FG und HI (die übrigbleibenden Theile der vorigen Oberfläche AB) in einerley Horizontalebne ſind. Und da man ſich bey allen communicirenden Röhren dieſe Entſtehungsart gedenken, und ihr Waſſer als den übrigbleibenden Theil der zuſammenhängenden Waſſermaſſe eines Gefäßes betrachten kan, ſo iſt hiedurch der Satz in der gröſten Allgemeinheit für Röhren von jeder Geſtalt, Weite, Größe, Lage u. ſ. w. erwieſen.

Man kan an dieſem Beweiſe nichts ausſetzen. Daß ſein erſter Satz als eine Erfahrung angenommen wird, iſt nicht zu tadeln, da Gründe der angewandten Mathematik nicht aus abſtrakten Begriffen allein, ſondern aus Betrachtungen wirklich vorhandener Dinge herzuleiten ſind, wobey allezeit Erfahrungsſätze vorkommen müſſen. Bey dem Worte **Druck** (Th. I. S. 607 u. f.) habe ich deutlich gezeigt, daß insbeſondere die Lehre vom Drucke flüßiger Maſſen nicht auf bloße Betrachtung gegründet werden könne, ſondern allemal Entſcheidungen aus Erfahrung erfordere. Daher war auch **Daniel Bernoulli's** Verſuch eines blos mathematiſchen Beweiſes vergeblich.

D'Alembert (Traité de l'équilibre et du mouv. des fluides. §. 1.) und **Euler** (De l'équilibre des fluides in den Mém. de l'Acad. des ſc. de Pruſſe. 1755.) ſuchen zwar nicht das Gleichgewicht flüßiger Körper ohne Erfahrungen zu beweiſen; ſie legen aber dabey einen andern Erfahrungsſatz zum Grunde, welchen d'Alembert auf folgende Art ausdrückt:

„Wenn ein Gefäß von beliebiger Geſtalt mit einer „flüßigen Materie ganz erfüllt iſt, und man in dieſem Ge„fäße eine kleine Oefnung macht, und an derſelben die Ober„fläche der flüßigen Materie drückt, ſo verbreitet ſich dieſer „Druck gleichförmig nach allen Richtungen und durch alle „Theile der flüßigen Materie ſo, daß alle Punkte des Ge„fäßes nach der auf die Wände deſſelben ſenkrechten Rich„tung mit einer Kraft gedrückt werden, welche der an der „Oefnung drückenden Kraft gleich iſt."

Aus dieſem Satze, den **d'Alembert** als eine Erfahrung (comme un principe d'experience, dont tout le monde convient, et qui eſt ce que nous connoiſſons de plus certain ſur la nature des Fluides) betrachtet, läßt ſich zwar alles herleiten; aber ſchwerlich wird man ihn durch ſo leichte und einfache Erfahrungen beweiſen können, als den Satz, daß die Oberfläche flüßiger Materien in jedem Gefäße wagrecht ſtehe. Da man nun einmal die Erfahrungen nicht entbehren kan, ſo iſt es doch beſſer, die leichtern und einfachern zum Grunde zu legen, daher dieſe Kästne-

riſche Beweißart unſtreitig allen übrigen vorzuziehen iſt. Uebrigens erinnert Herr Käſtner ſelbſt, daß ſchon Stevin (Elem. hydroſtat. petit. 7.) den Satz von der wagrechten Oberfläche als Erfahrung angenommen habe, der übrige Theil des Beweiſes aber ganz aus Bernoulli genommen ſey.

Man kan dieſen Beweiß in die wenigen Worte zuſammenfaſſen, daß die Feſtigkeit der innern Wände der Röhren die Stelle des Drucks vertritt, den in einem vollen Gefäße das umgebende Waſſer ausüben würde. In der Anwendung kommen Erſcheinungen vor, die auf den erſten Blick paradox ausſehen, aus dieſem Satze aber verbunden mit dem, was beym Worte Druck gelehrt worden iſt, ſich leicht erklären laſſen. Taf. XX. Fig. 114. ſey der Durchmeſſer HI 4mal ſo groß, als FG, ſo wird der Cylinder IC 16mal mehr Waſſer enthalten, als FB. Man ſollte alſo glauben, das Waſſer im Communicationsrohre BC werde von dem 16mal ſchwerern Cylinder IC 16mal ſtärker gedrückt und zum Ausweichen nach B getrieben, als es von dem wenigen Waſſer in FB entgegengedrückt und nach C zu getrieben wird. So ſcheint es, als müßte das Waſſer CB gegen B weichen, alſo die Fläche HI herabſinken, und FG aufſteigen. Dennoch bleibt alles ruhig, und beyde Waſſerſäulen halten ſich gleich hoch über BC. Um aber alles begreiflich zu machen, darf man nur bedenken, daß der Druck des Waſſers in FB, den ich = P ſetzen will, ſich durch BC nach allen möglichen Richtungen fortpflanze, daß alſo jeder mit der Fläche FG gleich große Theil, mit einer Kraft = P nach allen Richtungen auszuweichen getrieben werde. Dieſe Beſtrebungen (conatus cedendi) werden überall von der Feſtigkeit der Wände in CB aufgehoben; nur da nicht, wo dieſe Wände offen ſind, d. i. an der Grundfläche des Cylinders IC. An dieſer Grundfläche liegen 16 Theile, die mit der Fläche FG gleich groß ſind (weil ſie 16mal größer, als FG iſt), deren jeder mit der Kraft P aufwärts zu weichen getrieben wird. Das ganze Beſtreben auszuweichen iſt alſo an dieſer Grundfläche = 16 P, und erfordert zum Gleichgewichte eine 16mal ſo ſchwere Waſſerſäule, als FB iſt, d. h. gerade die Waſſerſäule IC.

So kan eine ſehr geringe Menge Waſſer einer ungleich größern das Gleichgewicht halten, wenn ein Schenkel der Röhre eng, der andere ſehr weit iſt. Bey Fig. 114. ſteht ein Pfund Waſſer in FB mit 16 Pfund in IC im Gleichgewicht. Wenn aber das Waſſer in der weiten Röhre um 1 Zoll ſteigen ſollte, ſo müſte es in der engern um 16 Zoll fallen, weil hier eben ſoviel Waſſer fallen muß, als dort aufſteigt, und gleicher Cylinder Höhen ſich umgekehrt, wie die Grundflächen, verhalten. Daher verhält ſich (wenn das Waſſer im engen Schenkel als Kraft, das im weitern, als Laſt, betrachtet wird) bey wirklicher Bewegung der **Weg der Kraft zum Wege der Laſt**, wie die Laſt zur Kraft im Falle des Gleichgewichts. Dies ſtimmt überein mit dem Grundſatze der Mechanik, daß an Raume oder Geſchwindigkeit allemal eben ſoviel verlohren wird, als man an Kraft gewinnt. Da dieſer Satz bey feſten Körpern mit dem ſtatiſchen Momente oder mit dem Maaße der Bewegungen des Descartes zuſammenhängt, ſo ſieht man, wie auf dieſe Gründe der mariottiſche oder wolfiſche Beweiß des Satzes von communicirenden Röhren habe gebaut werden können, der aber den Fehler hat, daß er flüßige Körper, wie feſte, behandlet.

Wenn in communicirenden Röhren die Oberflächen des Waſſers nicht in einerley wagrechter Ebne liegen, ſo kan auch kein Gleichgewicht ſtatt finden. Denn alsdann iſt die eine Waſſerſäule niedriger, als die andere. Und da die niedrigere gerade nur vermögend iſt, mit einer ihr gleich hohen das Gleichgewicht zu halten, ſo wird ſie es mit einer höhern zu halten unvermögend ſeyn. Die höhere Säule wird alſo ſinken, und die niedrigere in die Höhe treiben, bis endlich nach verſchiedenen Oſcillationen beyde in einerley wagrechte Ebne und dadurch ins Gleichgewicht kommen.

Wenn die eine Röhre in AB Taf. XX. Fig. 118. abgeſchnitten, und die andere bis CD mit Waſſer erfüllt iſt, ſo wird das Waſſer in AB überlaufen. Iſt aber AB verſchloſſen, und nur in F mit einer engen Oefnung verſehen, ſo ſpringt das Waſſer aus F mit Gewalt hervor, und die Höhe G, bis zu der es ſteigt, ſollte eigentlich mit CD in

einerley Horizontalebne liegen. Aber wegen des Widerſtands der Luft, des Reibens an F und des Drucks, den das zurückfallende Waſſer ausübt, ſpringt der Stral FG nie ganz bis zu dieſer Höhe. Darauf gründen ſich die Springbrunnen, bey denen das Waſſer durch ſein eignes Gewicht zum Springen getrieben wird, ſ. Springbrunnen.

Sind in communicirenden Röhren, wie Taf. XX. Fig. 119, zweyerley flüßige Materien von verſchiedenem eigenthümlichen Gewichte, z. B. Queckſilber ABDC und Waſſer CE enthalten, wovon die ſchwerere allezeit unten ſteht (ſ. Schwimmen), ſo können beyder Oberflächen A und E nicht gleich hoch, oder in einerley Horizontalebne liegen. Denn man führe von C, wo beyde Materien an einander grenzen, die wagrechte Ebne CB bis an den andern Schenkel fort, ſo wird die ſchwerere Materie, hier das Queckſilber, im Theile CDB unter ſich völlig im Gleichgewichte ſeyn. Steht ſie nun noch über B bis A, ſo würde ſie auch über C bis a ſtehen müſſen, um mit AB im Gleichgewichte zu bleiben. Will man aber ſtatt der ſchwerern Queckſilberſäule Ca eine Waſſerſäule nehmen, ſo muß dieſelbe, wenn ſie eben ſo ſtark gegen C drücken ſoll, um ſovielmal höher ſeyn, ſovielmal das Waſſer ſpecifiſch leichter, als das Queckſilber iſt, d. i. 14mal. Daher wird ſich für den Fall des Gleichgewichts CE : BA = 14 : 1 verhalten müſſen. Oder: **die Höhen der Oberflächen über der Horizontalebne der gemeinſchaftlichen Grenze C verhalten ſich umgekehrt, wie die eigenthümlichen Schweren der flüßigen Materien.** Hierauf gründet ſich eine Methode, die eigenthümlichen Gewichte ſolcher Liquoren, die ſich nicht mit einander vermiſchen, zu unterſuchen, ſ. Schwere, ſpecifiſche.

Mehrere Folgen aus dieſem Grundgeſetze des Gleichgewichts flüßiger Körper findet man beym Worte Druck unter dem Abſchnitte: Druck flüßiger Maſſen gegen die Gefäße.

Wenn von zwoen communicirenden Röhren die eine ein Haarrohr iſt, ſo ſteht das Waſſer in ihr etwas höher,

und das Queckſilber etwas niedriger, als in der andern. Sind beydes Haarröhren, aber von verſchiedenen Durchmeſſern, ſo ſteht in der engern das Waſſer höher, das Queckſilber niedriger, als in der weitern. Dies ſind Ausnahmen von dem allgemeinen Geſetze, deren Grund und Beſchaffenheit bey dem Worte **Haarröhren** erklärt worden iſt.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre. Vierte Aufl. Göttingen, 1787. 8. §. 150 u. f.

Käſtner Anfangsgr. der angewandten Mathematik Dritte Aufl. Göttingen, 1780. 8. Hydroſtatik, §. 6 u. f.

Rolle, Scheibe, Trochlea, *Poulie.* Die Rolle iſt eine von den ſechs einfachen Maſchinen oder Potenzen der Mechanik. Sie beſteht aus einer hölzernen oder metallnen cirkelrunden Scheibe ADB, Taf. XX. Fig. 120, welche ſich um eine durch ihren Mittelpunkt C durchgeſteckte feſte Axe drehen läſt. Dieſe Axe heißt der **Polzen** (*goujon, tourtillon*), und ſteckt bisweilen in einer **Hülſe** (*chape*) EF, welche bey F an einem Haken aufgehangen werden kan. Der äuſſere Umfang der Rolle muß einen Einſchnitt haben, damit das darum geſchlagne Seil KADBL nicht abgleite. An beyden Enden dieſes Seils wirken zwo Kräfte K und L einander entgegen, deren jede durch Fortziehung des Seils die Rolle nach ihrer Seite zu umzudrehen ſtrebt.

So entſteht eine feſte Verbindung, an der ſich drey Punkte gedenken laſſen, deren einer C ruht, an den andern A und B aber entgegengeſetzte Kräfte wirken, d. i. ein Hebel, ſ. **Hebel.** Soll alſo K mit L im Gleichgewichte ſeyn, ſo müſſen ſich beyde umgekehrt, wie ihre Entfernungen vom Ruhepunkte C verhalten. Weil ſich nun hier das Seil allemal ſo ſpannt, daß es vom Umfange der Rolle aus geradlinigt nach der Richtung der Tangenten AK und BL abgeht, ſo ſind die Entfernungen der Kräfte vom Ruhepunkte, oder die Perpendikel aus C auf dieſe Richtungen CA und CB allemal Halbmeſſer der Rolle, alſo unter ſich gleich; mithin muß für den Fall des Gleichgewichts die Kraft der Laſt gleich ſeyn. Eben dies findet auch ſtatt, wenn K nach

der Richtung DK wirkt. Bey jeder Richtung der Kraft wird das Seil eine Tangente der Rolle, und das Perpendikel aus dem Ruhepunkte darauf, wie CD, iſt ein Halbmeſſer der Scheibe.

Dieſe Einrichtung, die einfache oder unbewegliche Rolle (*poulie fixe*) gewährt alſo keinen Vortheil an der Kraft. Die Kraft muß der ganzen Laſt gleich ſeyn, wenn ſie die leztere halten, und noch etwas größer, wenn ſie ſie heben ſoll. Dennoch ſind die unbeweglichen Rollen von großem Nutzen zu Veränderung der Richtungen. Menſchen z. B. vermögen am meiſten, wenn ſie ein Seil von oben herabwärts ziehen, Gewichte ziehen blos von oben herab, Pferde wirken am meiſten im horizontalen Zuge. Um nun eine Laſt L durch ſolche Kräfte zu heben, wird das Seil, das ſie trägt, über eine feſte Rolle geführt, damit Menſchen oder Gewichte nach der Richtung AK, Pferde nach DK darauf wirken können. Wenn hiebey nichts an Kraft gewonnen wird, ſo geht auch dagegen nichts an Raum und Geſchwindigkeit verlohren. So weit die Kraft fortgeht, eben ſoweit hebt ſich auch die Laſt. Solche einfache Leitſcheiben, dergleichen Leupold (Theatr. machinarium Tab. XXXV.) mehrere abbildet, ſind oft beſſer, als Maſchinen, welche mehr Zeit und Aufwand koſten.

Die bewegliche Rolle (*poulie mobile*) hingegen Taf. XX. Fig. 121. trägt die Laſt L an der Hülſe, in welcher ihr Polzen ſteckt. Das Seil iſt über ihr in F befeſtiget, um den untern Theil des Umfangs herumgeſchlagen, und wird am andern Ende von einer Kraft K aufwärts gezogen. Dieſe Kraft hebt, wenn ſie ſtark genug iſt, die ganze Rolle mit der Laſt zugleich, daher auch das Gewicht der Rolle hier mit zur Laſt gerechnet werden muß. Wenn hiebey die Seile FC und KB unter ſich und mit der Richtung der Laſt AL parallel ſind, ſo iſt C als Ruhepunkt anzuſehen, und CA wird die Entfernung von L, CB die Entfernung von K. Daher fürs Gleichgewicht $K : L = CA : CB = 1 : 2$, oder die Kraft nur halb ſo groß, als die Laſt. Hier kan man alſo Vortheil an der Kraft erlangen, und mit 1 Pfund Kraft 2 Pfund Laſt halten. Dagegen verliert man eben

ſoviel am Raume. Denn, wenn L mit der Rolle um 1 Schuh gehoben werden ſoll, ſo müſſen die Seile FC und KB jedes um 1 Schuh kürzer werden. Das ganze Seil muß alſo um 2 Schuh weiter ausgezogen werden, und die Kraft K, die ſtets am Ende deſſelben wirkt, muß um 2 Schuh fortgehen, ſo oft L um 1 Schuh gehoben werden ſoll.

Sind die Seile nicht parallel, oder zieht die Kraft ſchief, wie Fig. 122, ſo wird das Gewicht der Laſt von ſelbſt die Rolle ſo ſtellen, daß die Richtung AL den Winkel beyder Seile FIK halbirt, und bey I durch ſeine Spitze geht. In dieſem Falle iſt für den Ruhepunkt C, die Entfernung von K = dem Perpendikel CG, die Entfernung von L = CH. Alſo für das Gleichgewicht K : L = CH : CG. Weil aber bey G und B rechte Winkel, mithin die Linien CG und AB parallel ſind, ſo ſind die Winkel GCB und ABH gleich, und die Dreyecke GCB und ABH ähnlich. Alſo

$$\tfrac{1}{2}\,CB : CG = \tfrac{1}{2}\,AB : BH$$

d. i. $CH : CG = AB : 2\,BH = CB.$

Folglich $K : L = AB : CB = 1 : 2 \sin A$. Weil nun ſin A allemal kleiner, als der Sinus totus oder als 1, ſeyn muß, ſo iſt in dieſem Falle die Laſt, welcher eine Kraft K das Gleichgewicht halten kan, nicht völlig doppelt ſo groß, als die Kraft, und die Kraft vermag mehr, wenn die Seile parallel ſind, als wenn ſie mit einander ſchiefe Winkel machen.

Wenn $A = 30°$, ſo iſt $2 \sin A = 1$, mithin die Kraft der Laſt gleich. Bey dieſer Schiefe, wo der Winkel beyder Seile $FIK = 120°$ iſt, hört der Vortheil der Kraft ganz auf. Wird A noch kleiner, ſo muß die Kraft ſogar größer ſeyn, als die Laſt, die ſie erhalten ſoll.

Will man durch Rollen die Kraft noch mehr, als im Verhältniße 1 : 2 verſtärken, ſo muß man mehrere bewegliche Rollen mit einander verbinden. Von dieſen Verbindungen handlen die Artikel **Kloben**, **Flaſchenzug**. Alle Rüſtzeuge, die auf dem Gebrauche der Rollen beruhen, werden in der Mechanik unter dem allgemeinen Namen **Scheibe und Kloben** (*Poulie et Mouffle*) begriffen.

Beym praktiſchen Gebrauche der Rollen äuſſert ſich das Reiben zwar weniger, als bey vielen andern Maſchinen, aber dennoch merklich genug, zwiſchen der Oberfläche des Polzens und der innern Fläche der durch die Rolle gebohrten Oefnung. Es iſt alſo ſoviel, als ob an dieſer Stelle noch eine Laſt mehr angebracht wäre. Dieſe Laſt wird deſto weniger Moment haben, je näher ſie dem Mittelpunkte der Rolle iſt. Daher wird es vortheilhafter ſeyn, dünne Polzen zu gebrauchen, oder, weil dieſe doch der Feſtigkeit halber eine gewiſſe Stärke behalten müſſen, den Durchmeſſer der Rollen zu vergrößern, und dadurch der Kraft mehr Entfernung und Moment zu verſchaffen. **Briſſon** ſchlägt vor, den Polzen ſo in die Rolle zu befeſtigen, daß er ſich mit drehe. Dies würde die Friction, wie bey der Radwelle, in die Zapfenlöcher der Hülſe, worinn der Polzen ruht, verſetzen, und das Ausſchleifen des Lochs in der Rolle ſelbſt, welches ihren Gang ungleich macht, verhüten.

Die Steife der Seile, welche ſich, zumal bey kleinen Rollen, ſehr ſtark biegen müſſen, iſt ein noch wichtigeres Hinderniß bey der Bewegung der Rollen. **Amontons** (Mém. de Paris, 1699.) hat die Theorie davon zuerſt entworfen und durch Verſuche ins Licht geſetzt, welche auch **Nollet** (Leçons de phyſique exp. To. III. Leç. 9.) erzählt. Dieſe Verſuche lehren, daß ſich der von der Steife der Seile verurſachte Widerſtand im Verhältniße der Kräfte, welche die Seile ſpannen, im Verhältniße der Dicke der Seile, und im umgekehrten Verhältniße der Durchmeſſer der Rollen befinde. In Anſehung des letzten Punkts weichen zwar **Nollets** eigne Verſuche von dem ab, was **Amontons** fand; doch ſtimmen beyde darinn überein, daß ſich die Seile deſto ſchwerer biegen, je kleiner die Durchmeſſer der Rollen ſind. Alſo iſt es auch in dieſer Abſicht vortheilhafter, Rollen von größerm Durchmeſſer zu gebrauchen.

Käſtner Anfangsgr. der angewandten Math. Mechanik, §. 87 u. f.

Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathematik. III Theil, Greifsw. 1769. 8. Statik, VI Abſchnitt.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſ. art. *Poulie*.

Roſt, Rubigo, Ferrugo, *Rouille.* Dieſer Name wird insbeſondere der Erde des durch Luft und Waſſer zerſetzten Eiſens beygelegt. Die Grunderde des Eiſens iſt mit dem Brennbaren deſſelben zum Theil ſo ſchwach verbunden, daß ſchon die Berührung der reſpirabeln Luft, auch ohne Hülfe des Feuers, auf dem naſſen Wege einen Theil des Brennbaren entzieht, und eine ſchwache Verkalkung veranlaſſet, wodurch die Oberfläche des Eiſens zerſetzt und mit einer braunrothen erdigten Materie bedeckt wird. Dieſe Materie, der gemeine Roſt oder Eiſenroſt, iſt alſo ein wahrer Eiſenkalk, ſ. **Kalke, metalliſche.**

Man verhütet das Roſten des Eiſens und Stahls durch Beſtreichung der Flächen mit Oelen oder Fetten, welche die unmittelbare Berührung der feuchten Luft verhindern. **Homberg** hat dazu eine eigne Salbe vorgeſchlagen, welche aus Schweinfett und etwas Kampher beſteht, die zuſammengeſchmolzen, mit geſtoßner Kreide vermiſcht, und auf das heißgemachte Eiſen eingerieben werden. Dieſe Salbe troknet, und iſt ſehr bequem, um ſtählerne Werkzeuge, welche weit verſendet werden, oder ſonſt lange eingepackt bleiben, vor dem Roſte zu ſchützen. Stählerne Spiegel, oder andere polirte Stahlflächen müſſen beym Gebrauch ſorgfältig vor aller Feuchtigkeit, ſogar vor dem Hauche und vor plötzlicher Abwechſelung der Wärme und Kälte in Acht genommen werden, wenn ſie nicht roſten ſollen.

Man giebt aber auch den Namen des Roſts andern metalliſchen Erden, die durch bloße Zerſetzung der Flächen bey Berührung der Luft und des Waſſers entſtehen. Alle Metalle, nur die vollkommnen ausgenommen, leiden dergleichen Zerſetzungen. So kan man den Grünſpan **Kupferroſt**, das Bleyweiß, welches ſich auf dem an feuchter Luft ſtehenden Bley erzeugt, **Bleyroſt**, u. ſ. w. nennen.

Rotation, ſ. Umdrehung.

Ruhe, Quies, *Repos.* So nennt man das Beharren eines Körpers an eben demſelben Orte, oder den

Mangel der Bewegung, den Zuſtand des unbewegten Körpers. Wir beſtimmen den Ort eines Körpers durch ſeine Lage gegen andere Gegenſtände, und nehmen alſo da Ruhe an, wo wir keine Veränderung dieſer Lage bemerken. Dies iſt faſt allemal nur Schein; und die Dinge, die wir für ruhend halten, ſind in der That Bewegungen unterworfen, deren Daſeyn nur nicht gleich in die Augen fällt, ſondern erſt durch Schlüße erkannt wird.

Man hat daher die abſolute Ruhe von der relativen zu unterſcheiden. Abſolute Ruhe heißt das Beharren in ebendemſelben Theile des ganzen Weltraums, oder der Mangel der abſoluten Bewegung, ſ. Bewegung, abſolute. Relative Ruhe hingegen iſt Beharren in einerley Lage gegen einen oder mehrere andere Körper. Nach den Lehren der Sternkunde iſt die ganze Erde mit dem Luftkreiſe in ſteter Bewegung, und wahrſcheinlich ſind alle Weltkörper überhaupt Bewegungen unterworfen; daher findet weder auf der Erde, noch ſonſt im Weltgebäude, eine abſolute Ruhe ſtatt, und alles, was wir für ruhend halten, iſt nur in relativer Ruhe gegen uns oder gegen andere umgebende Körper.

Dennoch müſſen wir oft Körper als abſolut ruhend betrachten. Die Bewegung der Erdkugel um die Sonne und um ihre Axe ſind aller Materie auf der Erde längſt mitgetheilt, und ſo eingedrückt (motus impreſſi), daß ſie auf die Wirkungen einzelner Erdkörper in einander beym Druck, Fall, Stoß, Wurf u. dgl. gar keinen Einfluß haben. Man muß alſo bey Betrachtung ſolcher einzelnen Bewegungen die Erde ſelbſt mit allem, was ſeine Lage gegen ihre Oberfläche nicht ändert, für abſolut ruhend annehmen. Wenn ein Schif ohne merkliches Schwanken fortgeht, ſo theilt ſich dieſe fortgehende Bewegung bald allen darauf befindlichen Körpern mit, die dadurch in eine relative Ruhe gegen einander kommen. Werden alsdann auf dem Schiffe einzelne Bewegungen durch Kräfte hervorgebracht (z. B. wenn man Maſchinen auf dem Schiffe bewegt, Billard ſpielt u. dgl.), ſo erfolgen ſie ſo, als ob alles in abſoluter Ruhe wäre. Man würde daher die Lehre von der Bewegung unnöthiger Weiſe

erſchweren, wenn man nicht allezeit gewiſſe Standpunkte als abſolut ruhend anſehen wollte. Die Folge davon iſt freylich dieſe, daß man ſo nur relative Bewegungen kennen lernt; es iſt aber auch ſelten oder gar nicht nöthig, die abſoluten in Betrachtung zu ziehen, ſ. Bewegung, relative.

Der Begrif von Ruhe iſt verneinend. Er zeigt blos Abweſenheit der Bewegung an. Es läſt ſich dabey nicht, wie bey der Bewegung, ein Mehreres und Minderes oder eine Folge verſchiedener Grade gedenken: ſondern die Ruhe iſt entweder gar nicht, oder ganz vorhanden. Weil nun gleiche Bewegungen nach entgegengeſetzten Richtungen einander aufheben, und ſich alſo als entgegengeſetzte Größen betrachten laſſen, deren eine mit +, die andere mit — bezeichnet werden kan, ſo iſt die Ruhe, oder der Mangel aller Bewegung, natürlicher Weiſe als die **Null** oder als der mittlere Zuſtand zwiſchen entgegengeſetzten Bewegungen anzuſehen. Und weil man ſich vorſtellt, daß entgegengeſetzte Bewegungen von entgegengeſetzten Kräften hervorgebracht werden, ſo muß man ſich nothwendig auch vorſtellen, daß die Ruhe von gar keiner Kraft hervorgebracht werde, d. i. daß ein Körper ruhe, wenn entweder keine Kraft auf ihn wirkt, oder wenn ſich alle in ihn wirkende Kräfte gerade aufheben, welcher letztere Fall das **Gleichgewicht der Kräfte** genannt wird. So natürlich und leicht nun dieſes iſt, ſo hat es doch ſehr lange gedauert, ehe man zu wohlgeordneten Vorſtellungen von entgegengeſetzten Bewegungen und von Ruhe hat gelangen können. Die Scholaſtiker ſtritten über die Frage, ob Ruhe etwas poſitives, oder eine bloße Privation ſey. **Descartes** (Princip. philoſ. P. II. §. 26. 27. 44.) war in der Beſtimmung dieſer Begriffe ſehr unglücklich. Er ſieht es als ein falſches Vorurtheil an, daß man zur Bewegung mehr Kraft erfordere, als zur Ruhe, ſetzt auch nicht die vorwärtsgehende Bewegung der rückwärtsgehenden, ſondern Bewegung überhaupt der Ruhe entgegen. (Notandum eſt, unum motum alteri motui aeque veloci nullo modo eſſe contrarium, ſed proprie tantum duplicem hic inveniri contrarietatem. Unam inter *motum et quietem*, vel etiam inter motus celeritatem et tarditatem, quatenus

ſcilicet iſta tarditas de quietis natura participat; alteram inter *determinationem motus* verſus aliquam partem, et *occurſum corporis* in illa parte *quieſcentis*, vel aliter moti &c.). Er ſucht alſo in der Ruhe ſelbſt eine Kraft, und leitet von derſelben die Härte der feſten Körper her, dagegen er die Flüßigkeit für eine beſtändige Bewegung aller Theile erklärt. Dieſe übelgeordneten Vorſtellungen verwirren ſeine ganze Mechanik, und führen ihn auf ganz irrige Geſetze des Stoßes, ſ. **Stoß**. Erſt **Newton** hat durch richtige Beſtimmung des Satzes von der Trägheit dieſe Begriffe gehörig auseinander geſetzt, und auf dieſelben ein deutlicheres und feſtes Syſtem der Mechanik gebaut, ſ. **Trägheit**.

Ein ruhender Körper bleibt ſo lang in Ruhe, bis ihn irgend eine Kraft in Bewegung ſetzt. Alſo nicht zu Unterhaltung der Ruhe, ſondern zu Aufhebung derſelben, wird Kraft erfordert. Wenn dieſe Kraft in der That wirkt, und den ruhenden Körper bewegt, ſo wird ſie freylich dadurch ganz oder zum Theil aufgewendet. Daher ſtellen ſich manche im ruhenden Körper eine ihr entgegenwirkende Kraft vor, durch welche ſie oder ihr Theil aufgehoben werde. Es iſt aber ganz überflüßig, ſo etwas anzunehmen; die Aufhebung der Kraft oder des Theils, der gewirkt hat, folgt ja ſchon natürlich daraus, daß die Wirkung erfolgt iſt, daher die darauf verwendete Urſache nun nichts weiter bewirken kan, ſ. **Gegenwirkung**.

Von fortdaurenden oder abſoluten Kräften, die in bewegte Körper noch immer fortwirken, wird in jedem Augenblicke nur derjenige Theil, der eben jetzt wirkt, verwendet. Im folgenden Augenblicke erfolgt ein neuer Stoß, der die Wirkung vermehrt, und die ſchon entſtandne Bewegung beſchleuniget, und ſo werden nach und nach alle Stöße der Kraft auf Beſchleunigung verwendet. Darum hat man aber nicht nöthig, im bewegten Körper eine eigne Kraft zu ſuchen, die durch ihren Widerſtand dieſe Stöße aufhebt. Alſo iſt es auch nicht nöthig, dem ruhenden Körper eine Kraft beyzulegen, welche den erſten Stoß, der die Bewegung erzeugte, aufhebt.

Ruhepunkt, **Mittelpunkt der Bewegung**, Punctum fixum, Centrum motus, *Point d'appui, Point fixe, Centre de mouvement.* Dieſe Namen führt am Hebel und allen einfachen Rüſtzeugen diejenige Stelle, welche bey der Bewegung der Maſchine in Ruhe bleibt, um die ſich alſo die ganze Maſchine drehen läſt. Was dieſe Stelle unterſtützt oder hält, heißt die **Unterlage**, oder das **Hypomochlion**, ſ. **Hypomochlion**. Bisweilen aber wird auch dem Ruhepunkte ſelbſt der Name des Hypomochlions beygelegt, ſ. **Entfernung vom Ruhepunkte**.

Dieſe ruhende Stelle führt zwar den Namen eines Punkts, ſie iſt dies aber nur am mathematiſchen Hebel. Beym phyſiſchen Hebel und den andern Rüſtzeugen bleibt eine ganze Linie, oder wohl gar ein ganzer Körper unbeweglich, z. B. bey der Radwelle die Axe, bey der Rolle der Polzen. Dieſe ruhenden Linien oder Körper werden alsdann an ihren beyden Endpunkten unterſtützt, daher in ſolchen Fällen zwo Unterlagen vorhanden ſind, wie beym Rade die feſten Lager, worinn die Zapfen der Welle ruhen, bey der Rolle die Wände der Hülſe, in welchen der Polzen feſt ſteckt u. ſ. w. Bey der Theorie dieſer Rüſtzeuge kan man allemal die Richtungen beyder Kräfte in einerley Ebne verſetzen, und den Punkt der Axe, der in eben dieſe Ebne fällt, als unterſtützt betrachten. Was man für dieſen Fall findet, gilt auch noch, wenn gleich die Kräfte und Unterſtützungen in verſchiedenen Ebnen liegen. In der Theorie alſo hat man allemal einen **Punkt**, um den ſich die Maſchine dreht.

Wenn zwo Unterlagen an verſchiedenen Stellen der Axe vorhanden ſind, ſo vertheilt ſich das, was der Ruhepunkt zu tragen hat, unter beyde nach dem umgekehrten Verhältniße ſeiner Entfernung von einer jeden. Wenn z. B. Taf. XX. Fig. 100. an der Radwelle CC die Laſt L von dem Ende A doppelt ſo weit, als vom andern Ende abſteht, ſo wird die Stütze bey A nur $\frac{1}{3}$ L, die Stütze am andern Ende die übrigen $\frac{2}{3}$ L zu tragen haben. Nach ähnlichen Grundſätzen läſt ſich auch berechnen, wie viel jede

Stütze von dem Gewichte der Welle und des Rads zu tragen, und von der Wirkung der Kraft K auszuhalten hat.

Rückläufig, Retrogradus, *Retrograde.* In der Sternkunde nennt man die eigne Bewegung eines Planeten oder Kometen **rückläufig**, wenn ſie der Ordnung der himmliſchen Zeichen in der Ekliptik entgegen (in antecedentia ſ. praecedentia) gerichtet ſcheint, alſo vom Morgen gegen Abend oder dem Zuſchauer in unſern Ländern von der Linken zur Rechten geht, ſ. **Folge der Zeichen**. Eine ſolche Bewegung heißt auch ein **Rücklauf** (Retrogradatio, *Retrogradation*). Sie iſt der rechtläufigen Bewegung entgegengeſetzt, ſ. **Rechtläufig**.

Sonne und Mond bewegen ſich immer nach der Ordnung der Zeichen ohne Rücklauf. Die obern Planeten aber zeigen um die Zeit ihrer Oppoſition, und die untern um die Zeit ihrer untern Conjunction mit der Sonne eine rückläufige Bewegung. Die alten Syſteme nahmen die Erde für ruhend, und die Rückläufe für wirkliche Bewegungen an. Weit natürlicher aber erklärt dieſe Rückläufe das copernikaniſche Syſtem als einen bloßen Schein oder eine optiſche Täuſchung, welche von der Bewegung der Erde herrührt, ſ. **Weltſyſtem**. Die wahren Bewegungen der Planeten ſind dabey jederzeit rechtläufig. Unter den bekannten Kometen aber giebt es einige, deren wirkliche Bewegung rückläufig iſt. Die Nebenplaneten bewegen ſich um ihre Hauptkörper alle rechtläufig; ihre Bewegung aber ſcheint rückläufig, wenn ſie zwiſchen ihrem Hauptkörper und der Erde hindurchgehen, ſ. **Folge der Zeichen**.

Auch dem Planeten ſelbſt giebt man während ſeines Rücklaufs das Beywort **rückläufig**. So ſagt man, Saturn ſey jährlich 136 Tage, Jupiter 100 Tage, Mars 75 Tage lang rückläufig.

Rückſchlag, Nachſchlag des Blitzes, Fulmen revertens ſ. retrogradum, *Coup de foudre en retour, Choc électrique en retour*, engl. Returning ſtroke. Wenn durch plötzliche Zerſtörung eines elektriſchen Wirkungskreiſes die

ungleich vertheilte Elektricität der benachbarten Körper ſchnell in ihr Gleichgewicht zurückkehrt, ſo kan dadurch auſſer dem Hauptſchlage, der den Wirkungskreis ſelbſt zerſtörte, noch ein zweyter Schlag in der Entfernung veranlaſſet werden, dem man den Namen des **Rückſchlags** oder **Nachſchlags** giebt.

Ein ſtark elektriſirter Körper ſtört innerhalb ſeines Wirkungskreiſes das Gleichgewicht der Elektricität ſehr beträchtlich. Alle mit der Erde unmittelbar oder mittelbar verbundene Leiter, welche in dieſen Wirkungskreis kommen, nehmen auf eine große Weite die der ſeinigen entgegengeſetzte Elektricität an. Wird nun der Körper ſelbſt durch eine plötzliche Entladung ſeiner Elektricität beraubt, und dadurch ſein Wirkungskreis zerſtört, ſo muß ſich eben ſo plötzlich auch das Gleichgewicht innerhalb der Grenzen dieſes Kreiſes wieder herſtellen, und die darinn befindlichen Leiter müſſen ihre Elektricität auf einmal der Erde oder andern Körpern wieder abgeben. Das Beſtreben darnach wird deſto heftiger ſeyn, je ſtärker die Elektricität des entladnen Körpers war, und je ſchneller ihre Zernichtung erfolgte. Man kan ſich leicht vorſtellen, daß hiedurch ein Leiter im Wirkungskreiſe einer ſtarken Gewitterwolke, wenn er in einer unvollkommnen Verbindung mit der Erde ſteht, einen zweyten Schlag verurſachen kan, der von dem Hauptſchlage, wodurch die Wolke entladen wird, gänzlich verſchieden iſt.

Noch heftiger kan ein ſolcher Rückſchlag auf folgende Art entſtehen. Man denke ſich eine einzelne weithin die Länge gedehnte Wetterwolke, die in der Mitte etwas aufwärts gekrümmt iſt, ſo daß ihre beyden Enden der Erde näher ſtehen, als ihre übrigen Theile. Unter jedem Ende dieſer Wolke ſtehe ein erhabner Körper. Beyde Körper erhalten durch den Wirkungskreis der Wolke ein ſtarkes — E, wenn die Wolke ſelbſt + E hat. Nähert ſich nun die Wolke mit einem Ende dem darunter befindlichen Körper ſoweit, daß ſie ihm einen Funken abgeben kan, ſo wird ſie dadurch ihres + E und ihres Wirkungskreiſes plötzlich beraubt. Der Körper am andern Ende muß daher ſein

ſtarkes — E eben ſo plötzlich verlieren, oder ſich mit + E aus der Erde ſättigen, welches bey einer unvollkommnen Verbindung nicht ohne eine mächtige Erſchütterung geſchehen kan. Aber die Wolke kan durch ihr Einſchlagen in den erſten Körper ihres + E ſo ſtark beraubt werden, daß ſie ſogar in — E übergeht. In dieſem Falle wird ſie das in den andern Körper tretende + E der Erde ſo ſtark und plötzlich anziehen, daß dadurch eine neue Entladung deſſelben gegen die Wolke auf der andern Seite, d. i. ein zweyter heftiger Schlag am andern Ende entſteht.

Aus dieſen Gründen, welche den Geſetzen der Elektricität vollkommen gemäß ſind, hat Mylord **Mahon**, jetzt Graf **Stanhope** (Principles of Electricity. London, 1779. 4. Principes d'électricité, par *Milord Mahon*, traduit de l'Anglois par l'Abbé N. . à Londres, 1781. 8. Lord Mahons Grundſätze der Elektricität, aus dem engl. überſ. mit Anm. v. **J. F. Seeger.** Leipzig, 1789. gr. 8.) verſchiedene bey den Donnerwettern vorkommende Erſcheinungen ſehr glücklich erklärt. Oft ereignet ſich der Fall, daß Perſonen in einer großen Entfernung von dem Orte, wo der Bliz einſchlägt, zu gleicher Zeit auf das heftigſte erſchüttert, betäubt hingeworfen und wohl gar getödtet werden. Dieſes Einſchlagen einer einzigen Entladung an zween ſehr entfernten Orten erklärt ſich vollkommen durch den Nachſchlag. Oft bemerkt man auch Blitze an zwo ſehr entlegnen Stellen einer Wetterwolke, die man für einen und ebendenſelben halten ſollte, obgleich einer davon den Hauptſchlag, der andere den Rückſchlag vorſtellt. Lord Mahon hat dieſe ſchon an ſich wahrſcheinliche Behauptung mit Verſuchen ſo ſtark unterſtützt, daß dabey nicht der mindeſte Widerſpruch ſtatt finden kan. Zugleich zeigt er, daß gut angelegte Blitzableiter auch gegen den Rückſchlag ſchützen.

Ein merkwürdiges Beyſpiel hiezu geben die Wirkungen eines Blitzes, welche **Buiſſart** (*Rozier* Journal de phyſique. Octobre 1783.) beſchreibt. Am 24 Febr. 1777. ſchlug ein Bliz aus einer von Nordweſt herkommenden Wetterwolke zu gleicher Zeit in die beyden Kirchthürme des Fleckens Hennin-Lietard, und des Dorfes Rouvroi ein, welche

beyde Orte etwa 5 Stunden von Arras, und beyde eine Stunde weit auseinander liegen. Das ſonderbarſte war, daß alle Spuren der angerichteten Verwüſtungen deutlich zeigten, der Bliß ſey an dem einen Orte von der Erde aufwärts, am andern von der Wolke niederwärts gefahren. Denn in Rouvroi waren die Sandſteinplatten, womit der Boden am Eingange des Thurms belegt war, in die Höhe gehoben; im dritten Stockwerke waren die Quaderſtücken, worauf das Gebälke ruhte, gleichfalls emporgehoben; der Wetterhahn auf der Spitze war aus ſeinem Lager gehoben und 130 Toiſen weit gegen Oſten geführt, und ein Knabe von 10 — 12 Jahren von eben dieſem Blitze in die Höhe gehoben und eine Strecke weit in die Kirche hineingeſchleudert worden, ſo daß er das Bewußtſeyn verlohren hatte, und bald darauf geſtorben war. In Hennin-Lietard hingegen war der Wetterhahn nicht abgeriſſen, und alles vielmehr niedergedrückt, als emporgehoben. Dieſe gleichzeitigen und entgegengeſetzten Wirkungen ſind nicht anders, als durch Hauptſchlag und Rückſchlag zu erklären.

Lichtenbergs Magazin für das Neuſte aus der Phyſik und Naturg. Erſter Band, III Stück S. 122. ingl. Zweyter Band, III Stück S. 105 u. f.

Ruß, Fuligo, *Suie.* So nennt man diejenigen Theile entzündlicher Körper, welche bey der Verbrennung in der Flamme mit aufſteigen, aber aus Mangel an reiner Luft oder aus andern Urſachen der vollkommnen Verbrennung entgehen, den Rauch bilden, und ſich an die erſte kalte Fläche, die ſie antreffen, als eine ſchwarze oder braune Maſſe anlegen. Meiſtentheils enthält der Ruß noch ſehr viel Brennbares, und ein brenzliches halb in Kohle verwandeltes Oel, von welchem auch ſeine ſchwarze Farbe herrührt.

Die entzündlichen Körper werden durch die Verbrennung ſo gewaltſam zerſetzt, daß nicht nur ihre flüchtigen Beſtandtheile, ſondern auch mittelſt derſelben ein Theil der feuerbeſtändigen, in Dämpfen aufſteigen, welche glühend die Flamme bilden und in derſelben großentheils völlig zerſetzt werden, zum Theil aber doch der Zerſtörung entgehen

und ſich durch eine wahre Sublimation in Rauch und Ruß verwandlen. Je vollkommner die Verbrennung iſt, deſto weniger erhält man Rauch und Ruß.

Der Ruß ſelbſt iſt nach Beſchaffenheit der Verbrennung und der verbrannten Subſtanzen verſchieden. Der gemeine Ruß der Schorſteine hat einen ſcharfen, bittern und brenzlichen Geſchmack, ſetzt im Waſſer eine färbende Materie ab, und kan aufs neue ſehr lebhaft und mit ſtarker Flamme brennen, wie man an dem Brennen der Schorſteine ſieht. Dies zeigt, daß er ſalzige, ölichte, ſeiſenartige Theile und Brennbares enthalte. Durch die Deſtillation erhält man aus ihm Waſſer, Laugenſalz in feſter und flüßiger Geſtalt und ein brenzliches Oel; der Rückſtand iſt eine häufige kohlenartige Materie, aus der man nach der Einäſcherung fixes Alkali bekommen kan. Manche Arten des Rußes geben auch Säuren, und zuletzt bey ſtarkem Feuer etwas Salmiak, wie in Holland der Torfruß, und in Egypten der Ruß von verbranntem Miſte der Hausthiere, welche kochſalzhaltige Kräuter freſſen.

Da alle Arten des Rußes flüchtiges Alkali liefern, auch wenn ſie von bloß vegetabiliſchen Materien kommen, ſo ſchloß man ſonſt, daß die Verbrennung der Pflanzen, wie die Fäulniß, ein flüchtiges Laugenſalz erzeuge. Herr **Wiegleb** aber (Chemiſche Verſuche über die alkaliſchen Salze, Berlin und Stettin, 1774. 8. S. 222 u. f.) hat durch ſeine Verſuche mit Büchenholzſägſpänen und Ruß vom Büchenholz dargethan, daß der flüchtigalkaliſche Antheil, den der Ruß giebt, ſchon vor der Verbrennung im Holze enthalten ſey.

Man gebraucht den Ruß zur Bereitung des Salmiaks und zum Färben, indem daraus das **Rußbraun** *(Biſtre)* gezogen, auch durch Verſetzung mit Leim die **Tuſche**, und mit verdicktem Leinöl die **Buchdruckerſchwärze** bereitet wird. Auch die Arzneykunſt macht einigen Gebrauch vom Ruße, und den Chymiſten dient das Lampenſchwarz wegen des darinn enthaltenen Phlogiſtons als ein Hülfsmittel zur Reduction der Metallkalke.

Macquer chymiſches Wörterbuch, mit Leonhardi Anm. Art. Ruß.

S.

Sättigung, Saturatio, *Saturation*. Derjenige Zuſtand der Stoffe, in welchem ihr gegenſeitiges Beſtreben nach Vereinigung, ihre Verwandſchaft oder Anziehung gegen einander, völlig befriediget worden iſt. Alsdann äuſſert ſich blos eine innige Vermiſchung und ein gemeinſchaftlicher Zuſammenhang ihrer Grundſtoffe, und man bemerkt kein weiteres Beſtreben nach mehr Vereinigung. So heißt ein Auflöſungsmittel **geſättigt**, wenn es ſoviel von dem aufgelößten Stoffe in ſich genommen hat, als es anzunehmen willig und fähig iſt. Bringt man in dieſem Zuſtande noch mehr hinzu, ſo bleibt dies unaufgelößt, das Beſtreben nach Verbindung iſt befriedigt, und die Verwandſchaft oder Anziehung hört bey dieſem Punkte, dem **Sättigungspunkte** (punctum ſaturationis), gänzlich auf zu wirken.

Nach Macquers Bemerkung findet man in jedem Stoffe ſowohl ein allgemeines Vereinigungsbeſtreben gegen andere Stoffe überhaupt, als auch eigne Verwandſchaften mit gewiſſen Stoffen insbeſondere. Die letztern können befriediget werden, ohne daß dadurch das erſtere allgemeine Beſtreben gänzlich aufgehoben wird, d. h. es kan eine **relative Sättigung** ſtatt finden, ohne **abſolute Sättigung** zu bewirken. Aber manche relative Sättigungen bringen eine ſo ſtarke Bindung und Vereinigung der Theile hervor, daß dadurch alle fernere Wirkſamkeit der Miſchung aufgehoben wird. Für dieſe Fälle iſt die relative Sättigung mit der abſoluten einerley, wie z. B. bey den Neutralſalzen aus den Mineralſäuren und dem fixen Alkali, welche beym Sättigungspunkte alle ihre Kauſticität und Wirkſamkeit verlieren.

Andere relative Sättigungen bringen nur ſchwache Verbindungen hervor, erſchöpfen von dem allgemeinen Beſtreben nur einen geringen Theil, und erzeugen daher wirk-

ſamere Miſchungen, ſ. Kauſticität. Von dieſer Art ſind die zerfließenden Salze und die Miſchungen der Mineralſäuren mit metalliſchen Subſtanzen, vorzüglich der ätzende Queckſilberſublimat, die Silberkryſtallen u. a. m.

Noch andere Subſtanzen haben einen beſtimmten und merklichen relativen Sättigungspunkt, welcher der abſoluten Sättigung ſehr nahe kömmt, ob ſie gleich nur in eine ſchwache Verbindung treten. Es ſind aber dies ſolche, die überhaupt nur wenig Wirkſamkeit oder ein ſchwaches Verbindungsbeſtreben beſitzen, z. B. Aether mit Waſſer, die weſentlichen Oele mit Weingeiſt, die Mittelſalze mit Waſſer.

Diejenigen Salze, welche wenig Kryſtalliſationswaſſer enthalten, z. B. der vitrioliſirte Weinſtein und das Kochſalz, haben bey ihren Auflöſungen in Waſſer ſehr beſtimmte Sättigungspunkte, welche auch durch die Hitze nicht ſehr verändert werden, und wenn dieſe Punkte einmal erreicht ſind, ſo löſet ſich auch bey dem ſtärkſten und längſten Sieden nicht ein Gran mehr auf. Von andern Salzen, die mehr Kryſtalliſationswaſſer bey ſich haben, z. B. Glauberſalz, Alaun, Bitterſalz, Borax, Eiſen- und Kupfervitriol, nimmt das Waſſer mit Hülfe der Wärme ſoviel, als ſein eignes Gewicht beträgt, und vielleicht noch mehr, in unbeſtimmter Menge in ſich. Sie zerfließen daher über dem Feuer ſchon in ihrem eignen Kryſtalliſationswaſſer, weil ſie ſo wenig Waſſer zu ihrer Auflöſung bedürfen.

Endlich giebt es Subſtanzen, die ſich ohne genaue Sättigung in jedem Verhältniße vereinigen laſſen, wie Waſſer mit den flüßigen Säuren, mit dem flüchtigen und dem Gewächslaugenſalze, mit den zerfließbaren Mittelſalzen und mit dem Weingeiſte. So vereinigen ſich auch die Metalle untereinander ſelbſt ohne Sättigungspunkt. Dennoch haben einige dieſer Subſtanzen eine ziemlich ſtarke Verwandſchaft untereinander, obgleich ihre Vereinigung das allgemeine Beſtreben faſt gar nicht ſchwächet, und faſt nur als eine bloße Vermiſchung anzuſehen iſt. Eine mit Waſſer verdünnte Vitriolſäure z. B. bleibt immer Vitriolſäure, und behält die vorigen Eigenſchaften. Es muß alſo der

Grad, in welchem die Auflöſungskraft der Körper durch ihr gegenſeitiges Einwirken erſchöpft wird, nicht bey allen Subſtanzen einerley ſeyn.

Wenn ein beſtimmter Sättigungspunkt vorhanden iſt, ſo erfolgt durch Ueberſchreitung deſſelben Ueberſättigung, wobey der nicht aufgelöſte Theil des hinzugekommenen Stofs ungebunden oder frey bleibt. In ſehr vielen Fällen dieſer Art, aber nicht in allen, wird oder bleibt dieſer Theil als ein ſichtbarer Niederſchlag abgeſchieden, ſ. Niederſchlag.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Sättigung.

Säuren, Acida, *Acides*. Dieſen Namen führt eine eigne Hauptgattung der Salze, deren allgemeine Kennzeichen dieſe ſind, daß ſie einen ſauren Geſchmack haben, und die blaue Farbe des Veilchenaufgußes, der Lakmustinktur, des Lakmus- und Fernambukpapiers, nebſt einer großen Anzahl anderer blauen oder violetten Pflanzenſäfte roth färben. Sie vereinigen ſich leicht mit den Laugenſalzen und abſorbirenden Erden, und bilden mit denſelben die Neutral- und Mittelſalze, welche beym Sättigungspunkte den Geſchmack und die färbende Eigenſchaft der Säuren gänzlich verlieren. Wenn die Laugenſalze und Erden Luftſäure enthalten, ſo erfolgt bey ihrer Verbindung mit den ſtärkern Säuren ein heftiges Aufbrauſen, indem die Luftſäure entbunden, und in Luftgeſtalt ausgetrieben wird.

Die Säuren erſcheinen faſt immer in flüßiger Geſtalt. Denn ihre Verwandſchaft mit dem Waſſer iſt ſo groß, daß ſie die in der Atmoſphäre befindliche Feuchtigkeit begierig an ſich ziehen, und daher durch die bloße Berührung der Luft zerfließen würden.

Ueberhaupt zeigen die Säuren eine große Wirkſamkeit und ein Beſtreben, ſich mit andern Stoffen, beſonders den einfachern oder wenig zuſammengeſetzten, z. B. dem Phlogiſton, den Laugenſalzen, abſorbirenden Erden, Metallen, dem Waſſer, Weingeiſte und den Oelen zu vereinigen. Bey den meiſten dieſer Verbindungen entwickeln ſich gasartige Materien; auch entſteht dabey oft ein beträchtlicher Grad

von Hitze, mit dem Eiſe hingegen bringen die Säuren Kälte hervor, ſ. Kälte, künſtliche.

Man kennt in der Chymie eine ſehr große Anzahl Säuren, welche alle in ihren beſondern Verhältnißen und Eigenſchaften weſentlich unterſchieden ſind. Das Kennzeichen einer eignen Säure iſt dieſes, daß ſie mit den Laugenſalzen und abſorbirenden Erden eigne, von den andern verſchiedene Neutral- und Mittelſalze bildet. In neuern Zeiten hat ſich die Anzahl der bekannten Säuren ſehr vermehrt, und es werden noch immer neue entdeckt, ob ſich gleich viele davon auf gemeinſchaftliche Hauptgattungen bringen laſſen.

Die Säuren werden nach den Körpern, woraus man ſie erhält, in mineraliſche, vegetabiliſche und thieriſche getheilt. Zu den mineraliſchen gehören vornehmlich die Vitriolſäure, Salpeterſäure und Salzſäure, als die einfachſten und ſtärkſten. Sie waren ſonſt die einzigen Mineralſäuren, die man kannte; neuere Entdeckungen aber haben noch die Arſenikſäure, die Boraxſäure oder das Sedativſalz und die Flußſpathſäure hinzugeſetzt. Von allen dieſen wird in beſondern Artikeln dieſes Wörterbuchs gehandlet. Auſſerdem hat Scheele im Waſſerbley (molybdaena) eine eigne Säure entdeckt, welche in dieſem Körper mit Schwefel überſetzt iſt, und durch wiederholtes Abziehen der Salpeterſäure über Waſſerbley abgeſchieden werden kan, ſo wie auch aus ihr, wenn man ſie mit drey Theilen Schwefel deſtillirt, das Waſſerbley wieder hergeſtellt wird. Auch haben Scheele und Bergmann aus dem Tungſtein oder Schwerſtein (lapis ponderoſus) eine eigne Säure gezogen, welche einen Beſtandtheil des Wolframs ausmacht, und durch ihre Verbindung mit dem Phlogiſton den von den Gebrüdern de Luyart entdeckten Wolframkönig bildet, ſ. Metalle. Da die Erdharze auch zum Mineralreiche gerechnet werden, ſo gehören noch die Bernſtein- und Ambraſäure hieher; überdies trift man in verſchiednen mineraliſchen Körpern einen Antheil von Phosphorſäure an, ſ. Phosphorſäure.

Die vegetabiliſchen oder Pflanzenſäuren unterſcheiden ſich von den mineraliſchen dadurch, daß ſie nicht ſo

einfach, feuerbeſtändig und ſtark ſind, weil ſich mit ihnen eine gewiſſe Menge Oel verbindet, welche nur durch die feinſten Bearbeitungen davon geſchieden werden kan. Deswegen können auch die meiſten aus ihnen entſtandnen Mittelſalze durch bloßes Feuer oder durch die Mineralſäuren zerſetzt werden. Man kan die Pflanzenſäuren nach **Weigel** (Grundriß der Chymie, §. 846.) in weſentliche, gegohrne und brenzliche abtheilen. Die **weſentlichen** ſind in den Vegetabilien bereits von Natur entwickelt, und werden durch Auspreſſen, Ausziehen, Abreiben oder Abkochen mit Waſſer erhalten. Sie ſind allerdings als eigenthümliche Säuren zu betrachten, deren jede beſondere Neutral- und Mittelſalze bildet; ihre Grundſäure aber ſcheint doch nur eine einzige zu ſeyn. Zu ihnen gehören die Citronenſäure, reine Weinſteinſäure, Sauerkleeſalzſäure, Zuckerſäure, Benzoeſäure, Johannisbeerenſäure, Berbisbeerenſäure, Maulbeerſalzſäure, Pfirſchen- Pomeranzen- Aepfelſäure, Tamarindenſäure, u. a. m. **Donald Monro** (Account of ſome neutral ſalts made with vegetable acids, Philoſ. Trans. Vol. LXVII. p. 479.) hat über dieſelben und ihre Mittelſalze viele Unterſuchungen angeſtellt. Zu den **gegohrnen** gehört die **Eſſigſäure**, von welcher unter einem eignen Artikel gehandlet worden iſt. **Brenzliche** Pflanzenſäuren (deſtillirte ſaure Geiſter aus dem Pflanzenreiche) ſind die **Holzſäure** oder der **Holzeſſig**, den man faſt aus allen feſten Pflanzentheilen durch die Deſtillation erhält, die **Honigſäure**, der **Weinſteinſpiritus**.

Die **thieriſchen** Säuren ſind ebenfalls ſchwächer, flüchtiger, und zuſammengeſetzter, als die mineraliſchen, und mit einer Menge Oel verbunden; im Ganzen auch noch zu wenig unterſucht, als daß man entſcheiden könnte, ob ſie von den vegetabiliſchen weſentlich unterſchieden ſind. Die **Ameiſenſäure** wird durch Deſtillation der Ameiſen erlangt, die **Fettſäure** ebenfalls durch Deſtilliren aus der Butter und dem Fette gezogen, ſ. **Fett**. Beyde ſind brenzlich, ſehr flüchtig, ſtechend und durchdringend. Endlich wird auch noch hieher die **Knochenſäure** oder Phosphorſäure gerechnet, ſ. **Phosphorſäure**, die man aber auch auſſer dem

Thierreiche in einigen mineraliſchen und vegetabiliſchen Stoffen antrift.

Auch die **Luftſäure** oder **fixe Luft** iſt ſeit **Bergmanns** Verſuchen (Schwed. Abhandl. v. 1773. und De acido äereo) für eine eigne Säure, die ſich von allen übrigen unterſcheidet, anerkannt worden, ſ. **Gas, mephitiſches** (Th. II. S. 400.). **Fontana** (Journal de phyſique, 1778.) hat ſogar alle thieriſche und Pflanzenſäuren blos auf die in den organiſirten Körpern enthaltene Luftſäure zu bringen geſucht, wenigſtens gezeigt, daß die Subſtanzen des Thier- und Pflanzenreichs ihre Säure verlieren, wenn man ihnen die fixe Luft entzieht.

Die meiſten Säuren erſcheinen gewöhnlich, wie ſchon bemerkt iſt, in flüßiger Geſtalt; einige, die ſich gar nicht anders darſtellen laſſen, heiſſen daher **ſtets flüßige Säuren** (Fluores acidi, *Acides fluors)*, wie die flüchtige Schwefelſäure, die Salpeterſäure, die Salzſäure und die meiſten aus den thieriſchen und vegetabiliſchen Materien deſtillirten. Einige aber nehmen auch, als Säuren, die feſte Geſtalt an, und heiſſen **feſte Säuren** (Acida ſolida ſ. concreta, *Acides concrets)* z. B. die Weinſteinkryſtallen, verſchiedene weſentliche Salze in den Pflanzenſäften und das flüchtige ſaure Bernſteinſalz. Noch andere zeigen ſich in elaſtiſcher Geſtalt, entweder als Dämpfe, oder als Gasarten, wovon die dephlogiſtiſirte Salzſäure, die Luftſäure und die übrigen ſauren Gasarten Beyſpiele geben.

Ueber das Weſen der Säuren im Allgemeinen etwas zu ſagen, was nicht auf bloße Hypotheſen hinausliefe, iſt noch zur Zeit ſchlechterdings unmöglich. Man wird bey dem Artikel **Salze** angeführt finden, daß zween der größten Chymiſten Deutſchlands, **Becher** und **Stahl**, alle Salze, mithin auch die Säuren, auf eine einzige allgemeine Grundſubſtanz zu bringen geſucht haben, welche aus Erde und Waſſer beſtehen ſollte. Wenn es eine ſolche allgemeine Säure gäbe, ſo könnte dieſes nach der Meinung der beſten Scheidekünſtler wohl keine andere, als die Vitriolſäure, ſeyn. **Stahl**, welcher ſich rühmte, eine Säure in die andere verwandlen zu können, giebt auch zu verſtehen, daß

die Vitriolſäure mit dem Brennbaren Salpeterſäure, mit Bechers Merkurialerde hingegen Salzſäure gebe. Aber die aus Vitriolſäure und Brennbarem beſtehende flüchtige Schwefelſäure iſt von der Salpeterſäure gar ſehr unterſchieden, und Bechers Merkurialerde gehört zu den jetzt vergeſſenen hypothetiſchen Stoffen.

Andere Chymiker, welche mit **Lemery** oder **Baume** das Feuer, oder mit **Meyer** die fette Säure für die Urſache aller Aetzbarkeit und Auflöſungskraft halten, erklären auch die Natur der Säuren aus der Gegenwart dieſes ſo wirkſamen Grundſtofs, die Erzeugung der Neutral- und Mittelſalze aber daraus, daß ſich bey Verbindung der Säuren mit den Alkalien und Erden das Feuer oder Kauſtikum aus den Stoffen abſcheide und in die Luft übergehe, wie man aus der dabey entſtehenden Erhitzung ſehe. Neuere Entdeckungen aber haben uns von der Auflöſungskraft der Körper ganz andere Begriffe verſchaft, welche hiemit nicht mehr übereinſtimmen, ſ. **Kauſticität**.

Neuerlich hat das antiphlogiſtiſche Syſtem des Herrn **Lavoiſier** einen ganz eignen Begrif von der Natur der Säuren erfordert, weil ſich dieſelben ſo vorzüglich durch ihre Anziehung gegen eine Subſtanz auszeichnen, die dieſem Syſtem zufolge ein Unding ſeyn ſoll. Man iſt daher wiederum auf einen einzigen und allgemeinen **ſäureerzeugenden Grundſtof**, oder eine ſogenannte *Baſe oxygène* zurückgegangen, welche nur durch Verbindung mit andern theils wirklichen, theils angenommenen Subſtanzen verſchiedene Modifikationen annehmen ſoll. Dieſe *Baſe oxygène* bildet mit dem Feuer die reine Luft, mit dem Kohlenſtoffe die Luftſäure, mit dem Schwefel und den Stoffen der nitröſen, ſalzſauren Luft u. ſ. w. die mineraliſchen Säuren, mit dem Phosphorus die Phosphorſäure, mit den Metallen die Metallkalke. Hieraus folgen Erklärungen, die gerade das Umgekehrte der gewöhnlichen ſind, und ſtatt der Verwandſchaft der Säuren mit dem Phlogiſton Verwandſchaft brennbarer Körper mit dem ſäureerzeugenden Grundſtoffe vorausſetzen; eine Säure dephlogiſtiſiren heißt: ihr mehr von der *Baſe oxygène* geben, oder ſie mit reiner Luft

vermiſchen u. dgl. So einfach manche dieſer Erklärungen ſind, ſo bleibt doch hiebey ſoviel Schwierigkeit und lediglich hypothetiſches übrig, daß es wohl noch nicht rathſam ſeyn möchte, die ganze Sprache der Chymie mit einigen deshalb umzuändern.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Säuren.
Gren ſyſtemat. Handb. der Chemie, Theil I. §. 204 u. f.

Saft, Säfte, Humores, Succi, *Humeurs*, *Sucs*. Dieſen Namen giebt man den tropfbaren Flüßigkeiten, welche ſich in den organiſirten Körpern befinden. Das Weſen und Leben der Körper des Pflanzen- und Thierreichs beſteht eben darinn, daß in ihnen ſolche Flüßigkeiten in feſten Gefäßen aufſteigen oder umlaufen, ſ. **Organiſirte Körper.** Sie theilen ſich nach den beyden Naturreichen, in denen man ſie findet, in Pflanzenſäfte und Säfte thieriſcher Körper.

Die Pflanzen ziehen den Saft (*ſeve*), der in ihnen aufſteigt, aus der Erde durch ihre Wurzel ein, und erhalten durch die Aſſimilation deſſelben mit ihrer Subſtanz Nahrung und Wachsthum, ſ. **Pflanzen.** Man erklärt insgemein das Aufſteigen des Safts durch die Eigenſchaften der Haarröhren, welche den feinen Gefäßen und Canälen der Pflanzen zukommen. Wenn ſich auch einwenden läſt, daß in keinem Haarrohre das Waſſer ſo hoch ſteige, als die Stämme der größern Bäume ſind, ſo kan man doch antworten, daß die Anziehung der lebenden Pflanzenſtoffe gegen das Waſſer ohne Vergleichung größer ſeyn müſſe, als etwa die Anziehung des Glaſes oder dürren Holzes, womit die Verſuche über die Haarröhren angeſtellt werden, und daß am Ende das Aufſteigen des Safts doch auf Anziehung, alſo auf gleichem Grunde mit den Phänomenen der Haarröhren, beruhe. Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts behauptete **Perrault** in den Pflanzen einen Kreislauf des Safts, wie im thieriſchen Körper: aber **Hales** (Vegetable Statiks. Lond. 1727. 8. deutſch: Statik der Gewächſe. Halle, 1747. 8. frz. Statique des Vegetaux par Mr. *de Buffon.* Paris, 1735. 4.) hat durch vortrefliche Un-

terſuchungen das Ungegründete dieſer Behauptung dargethan. Er zeigt, daß die Pflanzen unaufhörlich und weit mehr einſaugen, als die Thiere im Verhältniß ihrer Größe Nahrung zu ſich nehmen, daß es in ihnen keine beſondern zu Veränderung des Safts beſtimmten Organe, und in ihren Gefäßen keine Klappen giebt, daß der Saft am Tage ſteigt, in der Nacht aber in eben den Gefäßen fällt, und daß ſich alſo das Pflanzenreich auch in dieſer Abſicht ganz vom Thierreiche unterſcheidet.

Es wird aber dieſer aufſteigende Saft in jeder Pflanze auf eine ihr beſonders eigne Art verändert, und man findet ihn bey der Zerlegung in ganz andern Geſtalten wieder. Wenn man friſche Pflanzen, Blumen, Früchte ꝛc. in marmornen Mörſeln zerreibt und auspreßt, ſo erhält man aus ihnen die ausgepreßten Pflanzenſäfte (Succi plantarum expreſſi, *Sucs de plantes*). Man bekömmt ſie bisweilen auch aus Pflanzen, die noch im Boden ſtehen, durch das Einſchneiden oder Durchbohren der Rinde, wie z. B. den Birkenſaft. Den ſehr troknen oder ſchleimigen Pflanzen muß man beym Zerreiben etwas Waſſer zuſetzen. Dieſe Säfte enthalten gewöhnlich ein Gemenge von mehrern Beſtandtheilen der Pflanze oder Frucht, beſonders von den ſchleimigen und ſalzigen. Die ſchleimigen und erdigten Theile werden durch das Abklären, d. i. Abſieden mit Eyweiß herausgebracht, welches den Schleim mit ſich zum Gerinnen bringt, und den Saft klar und durchſichtig macht. Die weſentlichen Salze der Pflanzen erhält man durch das Abdampfen dieſer Säfte; ein ſolches Salz iſt der Zucker: andere Pflanzenſäfte geben Salze mit eignen vegetabiliſchen Säuren. Alle blaue Pflanzenſäfte werden von den Säuren roth, von den Laugenſalzen anders gefärbt, und dienen daher, die Beſchaffenheit der Salze zu prüfen und ihre Gegenwart zu entdecken. In der Arzneykunſt thun dieſe Säfte gleiche Wirkung mit den Pflanzen ſelbſt, und werden ihrer beſſern Erhaltung wegen zu Extracten, oder mit Zucker zu Syrupen und Conſerven eingedickt.

Die Säfte der thieriſchen Körper ſind bey den verſchiedenen Claſſen, Geſchlechtern und Arten des Thierreichs ſehr

verſchieden. Das Blut, aus welchem die übrigen Säfte entſpringen, iſt bey den Säugthieren und Vögeln roth und warm, bey den Amphibien und Fiſchen roth und kalt, bey den Inſecten und Gewürmen weiß und kalt. Es befindet ſich in einem beſtändigen Kreislaufe, der mit dem Athmen unmittelbar verbunden iſt, ſ. Blut. Die Speiſen werden bey den Säugthieren und fleiſchfreſſenden Vögeln im Magen mit dem Magenſafte vermiſcht, und durch deſſen auflöſende Kraft, verbunden mit der Wirkung der Wärme und Bewegung, zerlegt oder verdaut. Bey andern Thieren beſonders denen, ſo von Pflanzen leben, fehlt der Magenſaft, und die Speiſen werden blos erweicht, und durch die Muſkeln des Magens zerrieben. Sie gelangen aus dem Magen in die Gedärme, wo durch die wurmförmige Bewegung, und durch Beymiſchung der Darmſäfte, der Galle und des Gekrösdrüſenſafts die Verdauung vollendet wird. Hier ſcheidet ſich aus den verdauten Speiſen der **Milchſaft** (chylus) ab, der von den Milchgefäßen eingeſogen, und durch die Milchbruſtröhre (ductus thoracicus) in den zunächſt am Herzen liegenden Blutadern dem Blute beygemiſcht wird. Während des Kreislaufs des Bluts wird durch die Abſonderungen der Säfte in den kleinſten Gefäßen der **Nahrungsſaft** (lympha) bereitet, der ſich mit den feſten Theilen verbindet und dieſelben ernähret. Endlich werden die im Blute überflüßigen wäſſerigten und ſalzigen Theile in den Nieren abgeſondert, und als **Harn** ausgeführt. Ueberdies giebt es noch Säfte oder Feuchtigkeiten, die in beſondern Theilen des thieriſchen Körpers durch eigne Drüſen abgeſondert werden, wovon der Speichel, die Thränen, die Feuchtigkeiten (humores) des Auges Beyſpiele ſind. Bey den chymiſchen Zerlegungen der thieriſchen Säfte findet man viele eigentlich dem Pflanzenreiche zugehörige Stoffe, welche durch die Nahrung in den thieriſchen Körper gekommen ſind. Auch iſt der Honig der Bienen nichts anders, als ein aus den Honigbehältern der Pflanzen geſammleter ſüßer Blumenſaft.

Sigaud de la Fond Dict.[r] de phyſique art. *Sève.*

Saiten, Chordae, *Cordes d'inſtruments*. Elaſtiſche Körper von cylindriſcher Geſtalt, deren Länge aber in Vergleichung mit der Dicke oder dem Durchmeſſer des ſenkrechten Durchſchnitts durch die Axe ſehr groß iſt. Insgemein werden ſie entweder von Metall, oder aus den Gedärmen der Thiere bereitet, und ſind daher theils Drathſaiten (*cordes metalliques*) theils Darmſaiten (*cordes à boyau*).

Bey dem Worte Elaſticität (Th. I. S. 706 u. f.) iſt erklärt worden, aus welcher Urſache und nach welchen Geſetzen geſpannte und gebogne Saiten ihre Schwingungen verrichten, welche, wie die Schwünge des Pendels, ſo lange ſie dauern, der Zeit nach gleich lang bleiben. Sind alſo dieſe Schwingungen ſchnell genug um einen hörbaren Ton hervorzubringen, ſo bleibt dieſer Ton, ſo lang er dauert, der nemliche, oder die Saite giebt einen beſtimmten Klang, ſ. Ton, Klang. Man gebraucht daher die Saiten zu Hervorbringung der Töne auf muſikaliſchen Inſtrumenten, wo ſie durch die Finger, oder durch anſtoßende Tangenten, oder durch Streichen mit haarnen Bogen u. dgl. in Schwingungen verſetzt werden.

Die Verhältniße der Geſchwindigkeiten, mit welchen geſpannte Saiten ſchwingen, alſo die Verhältniße der Töne, die ſie angeben, laſſen ſich aus den Geſetzen der Federkraft feſter Körper leicht beſtimmen. Wenn die Länge der Saite = L, das Gewicht = G, die ſpannende Kraft = P, die Schwingungszeit = T heißt, ſo verhält ſich T^2, wie $\frac{LG}{P}$, ſ. Elaſticität. Mithin werden ſich die Zahlen der Schwingungen in einer gegebnen Zeit, welche im umgekehrten Verhältniße der Schwingungszeiten ſelbſt ſtehen, wie die Quadratwurzeln aus $\frac{P}{LG}$ verhalten. Man ſieht hieraus, daß Saiten von eben der Materie mehr Schwingungen machen, oder höher klingen, wenn ſie ſtärker geſpannt, kürzer und dünner; dagegen tiefer, wenn ſie weniger geſpannt, länger und dicker ſind.

Sind zwo ſolche Saiten von gleicher Dicke, ſo verhält ſich ihr Gewicht, wie ihre Länge, alſo LG, wie L^2. In dieſem Falle ſind die Schwingungszahlen im Verhältniße von $\sqrt{\frac{P}{L}}$.

Daher verhält ſich bey gleich langen und gleich dicken Saiten die Schwingungszahl oder Höhe des Tons, wie $\sqrt{P}$, oder wie die Quadratwurzel aus der ſpannenden Kraft. Um eine Saite bey gleicher Länge bis zur Octave des vorigen Tons (2 : 1) zu bringen, muß man ſie mit viermal ſo viel Kraft ſpannen.

Bleibt aber die ſpannende Kraft ungeändert, ſo verhält ſich die Schwingungszahl, oder Tonhöhe, wie $\frac{1}{L}$ d. i. umgekehrt, wie die Länge. Um eine Saite bey ungeänderter Spannung auf die Octave des vorigen Tons zu bringen, muß ſie um die Helfte verkürzt werden. Auf dieſen Satz gründen ſich die Verſuche mit dem **Monochord, Tetrachord** u. ſ. w., ſ. **Ton.** So bringt man auf der Violine und Laute aus einer geſtimmten Saite ohne Veränderung der Spannung verſchiedene höhere Töne hervor, indem blos die Länge des ſchwingenden Theils durch Aufdrückung des Fingers auf die gehörige Stelle vermindert wird.

Wenn gleich lange und gleich geſpannte Saiten ungleich dick ſind, ſo verhalten ſich die Schwingungszahlen oder Tonhöhen umgekehrt, wie die Durchmeſſer. Saiten von ungleichförmiger Dicke geben mehrere Töne zugleich an.

Die Saiten geben, wenn kein Schwingungsknoten entſteht, den eigentlichen Ton, auf den ſie geſtimmt ſind, ganz rein an; bey 1, 2, 3 Schwingungsknoten aber klingen die Octave, Quinte und doppelte Octave mit. Die Entſtehung der Schwingungsknoten kömmt auf die Art an, die Saite in Bewegung zu ſetzen, und auf die Stelle, wo dieſes geſchieht, ſ. **Klang**, unter welchem Artikel auch einige Schriften über die verſchiedenen Schwingungsarten der Saiten angeführt werden.

Salmiak, Ammoniakalſalz, Sal Ammoniacum, *Salmiac*, *Sel ammoniac*. Den Namen der Salmiake oder Ammoniakalſalze führen überhaupt alle durch Sättigung der Säuren mit dem flüchtigen Alkali entſtandne Neutralſalze, ſ. **Neutralſalze**. Vorzüglich aber wird unter dem Namen des gemeinen Salmiaks dasjenige verſtanden, welches aus der Vereinigung dieſes Alkali mit der Salzſäure entſpringt.

Der reine Salmiak iſt ein ſehr weiſſes halbdurchſichtiges Salz, von einem ſtarken ſtechenden und einigermaſſen urinöſem Geſchmacke, und geſchickt, ſich in Geſtalt von Federn zu kryſtalliſiren, oder als eine dichte Maſſe von parallelen Fäden, worinn man auch bisweilen würflichte Stücken findet, zu ſublimiren. Die fedrigen Kryſtallen beſtehen aus ſechsſeitig pyramidaliſchen Nadeln, und enthalten nach **Kirwan** 0,52 Salzſäure, 0,40 flüchtiges Laugenſalz und 0,08 Waſſer. Der Salmiak löſet ſich ſehr leicht, und mit ſtarker Erkältung, im Waſſer auf, ſo daß bey 50 Grad Wärme nach Fahrenheit eine Unze Waſſer 150 Gran Salmiak in ſich nimmt. Aus dieſer Urſache zerfließt er auch leicht an der Luft.

Durch die bloße Wirkung des Feuers in verſchloßnen Gefäßen wird der Salmiak nicht zerſezt, ſondern ganz ſublimirt. Die Vitriol- und Salpeterſäure aber verbinden ſich bey der Deſtillation mit ſeinem Alkali; daher geht ſeine Salzſäure über, und die neuerzeugten Ammoniakalſalze bleiben als Rückſtände zurück. Wenn man hiebey Salpeterſäure gebraucht, ſo geht ein Theil derſelben mit der Salzſäure zugleich über, und bildet ein **Königswaſſer**; es iſt aber bey dieſer Bereitungsart des Königswaſſers viel Langſamkeit und Mäßigung anzuwenden, weil ſich die Dämpfe hiebey ſehr ſchwer verdichten.

Mehrere Subſtanzen zerſetzen den Salmiak auf andere Art, indem ſie ſich der Säure bemächtigen und das flüchtige Alkali frey machen. Dahin gehören die Kalkerden, die Bitterſalzerde, der lebendige Kalk, die fixen Laugenſalze und die metalliſchen Materien. Bey der Zerſetzung des

Salmiaks durch Kalkerden (z. B. gepülverte Kreide), welche nur mit Hülfe der Hitze erfolgt, entbindet ſich zugleich die Luftſäure der Kalkerden, und geht mit dem flüchtigen Alkali über, welches daher in trokner feſter Geſtalt, ſehr mild, und mit einer beträchtlichen Vermehrung ſeines Gewichts erſcheint, ſo daß man aus 1 Pfund Salmiak (welches an ſich nur 6—7 Unzen Laugenſalz hält) auf dieſe Art 14 Unzen feſtes flüchtiges Alkali erhalten kan. Ehe man die Luftſäure kannte, waren dieſe Phänomene chymiſche Räthſel, und **Duhamel** (Mém. de Paris. 1735.) leitete die Vermehrung des Gewichts von einem Theile mit fortgeriſſener Kalkerde, **Baume** (Erläuterte Experimentalchymie, Th. II. S. 118 f.) von dem Waſſer der Kalkerde her. Mit dem lebendigen Kalke zerſetzt ſich der Salmiak gleich im Augenblicke der Vermiſchung ungemein lebhaft und geſchwind, ſo daß man alle Vorſicht gebrauchen muß, das entbundene flüchtige Alkali nicht einzuathmen. Hiebey aber erſcheint es ſtets in flüßiger Geſtalt (vermittelſt des im lebendigen Kalke enthaltenen Waſſers), und als ein ätzender **Salmiakſpiritus** (Spiritus ſalis ammoniaci cum calce viva paratus), weil dem Kalke die Luftſäure fehlt, welche das Alkali mild und kryſtalliſirungsfähig machen könnte. Der Rückſtand beyder Deſtillationen, von welchen die letztere nur gelinde Wärme erfordert, iſt ein Kalkſalz oder kalkartiges Kochſalz.

Auch die milden feuerbeſtändigen Laugenſalze treiben das flüchtige aus dem Salmiak in trokner Geſtalt, bis ihr Waſſer mit überzugehen und es flüßig zu machen anfängt. Die ätzenden Laugenſalze hingegen treiben das flüchtige Alkali ſehr leicht, aber ätzend und ſtets flüßig, über. Die Laugenſalze verhalten ſich alſo vollkommen, wie die Kalkerden. Die Rückſtände ſind Kochſalz, wenn man mineraliſches, Digeſtivſalz des Sylvius, wenn man Gewächslaugenſalz gebraucht hat.

Die meiſten Metalle treiben aus dem Salmiak das flüchtige Alkali, mit Hülfe des Feuers, ätzend und flüßig aus, und verbinden ſich mit der Salzſäure, wodurch Silber und Bley in Hornſilber und Hornbley verwandlet wer-

den. Wenn man aber die Metalle in geringerm Verhältniße beymiſcht, und eine Sublimation durch ſtarke Hitze veranſtaltet, ſo ſteigt der Salmiak unzerſetzt mit auf, und man erhält metalliſche Salmiakblumen (Ens Martis, Ens Veneris), oder Verbindungen des Salmiaks mit einem metalliſchen Kochſalze.

Man findet den Salmiak natürlich in den Vulkanen und in ihrer Nähe, aber in geringer Menge. Den käuflichen zog man ſonſt blos aus Aegypten, und die Bereitung deſſelben blieb lang ein Geheimniß, bis **Haſſelquiſt** (Schwed. Abhdl. B. XIII. 1751. S. 266.) und **Niebuhr** (Reiſe nach Arabien, Th. I. S. 152.) entdeckten, daß man ihn aus dem Ruße des verbrannten Miſts der Kühe und Kameele, den man dort zur gewöhnlichen Feurung braucht, durch die Sublimation erhalte. Der Salmiak iſt in dem Miſte dieſer Thiere, welche kochſalzhaltige Pflanzen freſſen, ſchon enthalten. Auf ähnliche Art kan man auch aus dem Torfruße in Holland Salmiak ziehen. Die fabrikmäßige Bereitung des Salmiaks im Großen iſt zuerſt von **Baume** in Frankreich und den Gebrüdern **Gravenhorſt** in Braunſchweig angefangen worden. Die Verfahrungsart wird zwar geheim gehalten, allein die bekannten Verwandſchaftsgeſetze der kochſalzſauren Salze geben mehrere Wege dazu an die Hand, dergleichen von **Weber** (Phyſikal. chem. Magazin, Th. I. S. 141 u. f.), **Alberti** (Anleitung zur Salmiakfabrik. Berlin, 1780. 8.), **Göttling** (Verbeſſ. Methode, den Salmiak zu bereiten. Weimar, 1782. 12.), **Gren** (in Crells neuſten Entd. Th. VII. S. 19.), **Wiegleb** (in Demachy's Laborant im Großen, Th. II. S. 355.) beſchrieben werden. Das flüchtige Alkali erhält man dazu am leichtſten aus mäßig faulem Menſchenharn, durchs Deſtilliren. Der Salmiak der Fabriken iſt ſehr rein, und zum mediciniſchen Gebrauch beſſer; in den Künſten aber wird der ſublimirte ſchwärzliche ägyptiſche eben wegen des beygemiſchten Rußes vorgezogen, weil dieſer die Verkalkung der Metalle beſſer verhütet.

Man gebraucht den Salmiak vorzüglich zur Verzinnung des Eiſens und Kupfers, zur Schmelzung des Goldes

und zum Löthen; in der Färbekunſt zu Erhöhung der Farben; mit fixem Alkali verſetzt zur Schnupftabaksbeize; und in der Arzneykunſt als ein auflöſendes, reizendes, fäulnißwidriges und fieberſtillendes Mittel.

Macquer chymiſches Wörterbuch, mit Leonhardi Anm. Art. Ammoniakalſalze.

Gren ſyſtemat. Handbuch der Chemie. Erſter Theil, §. 942 u. f.

Salpeter, Nitrum, Nitrum vulgare, priſmaticum, Alcali vegetabile nitratum *(Bergm.)*, *Nitre*, *Salpètre*. Dieſen Namen führen die durch Sättigung der Salpeterſäure mit den Laugenſalzen entſtandenen Neutralſalze, ſ. **Neutralſalze.** Insbeſondere aber kömmt die Benennung des gemeinen oder priſmatiſchen Salpeters demjenigen zu, welcher aus der Vereinigung dieſer Säure mit dem Gewächslaugenſalze entſpringt.

Der gemeine Salpeter hat einen kühlendſalzigen ſcharfen Geſchmack, und einen bitterlichen Nachgeſchmack. Er bildet anſehnliche große Kryſtallen, von ſechsſeitiger priſmatiſcher Geſtalt, mit geſtreiften Seitenflächen und ſechsſeitig pyramidaliſchen, mehrentheils ſchräg abgeſtumpften Endſpitzen. Sie löſen ſich leicht im Waſſer auf, und erfordern dazu nach Bergmann (De analyſi aquarum, §. 11.) bey mäßiger Wärme 7 Theile, bey der Siedhitze kaum mehr als einen Theil Waſſer auf einen Theil Salpeter, daher ſich der Salpeter ſehr bequem durchs Abkühlen kryſtalliſiren läßt. Sie halten nach Bergmann 0,49 reines Gewächsalkali, 0,33 Salpeterſäure und 0,18 Kryſtalliſationswaſſer; nach Kirwan 0,63 Laugenſalz, 0,30 Säure und nur 0,07 Waſſer. Die Vereinigung dieſer Beſtandtheile iſt ſo vollkommen, daß die Kryſtallen an der Luft weder verwittern noch zerfließen.

Der Salpeter zerſchmelzt ſehr leicht in einer mäßigen Hitze, und ohne ſich aufzublähen. Wenn er nicht bis zum Glühen gebracht wird, verliert er durch dieſe Schmelzung nichts, als ſein weniges Kryſtalliſationswaſſer, und geſteht beym Erkalten zu einer feſten, klingenden und halbdurch-

ſichtigen Maſſe, dem mineraliſchen **Kryſtall**, die in kleinen Tropfen auf kupfernen Blechen erkältet, die Salpeterkügelchen oder das **Prunellenſalz** bildet. Durch anhaltendes Glühen aber entwickelt ſich eine große Menge dephlogiſtiſirter Luft, ſ. **Gas, dephlogiſtiſirtes** (Th. II. S. 373.), wodurch der Salpeter ganz von ſeiner Säure befreyt, oder **alkaliſirt** wird, daher er auch beygemiſchten Sand oder Kieſel eben ſo gut, als das Laugenſalz ſelbſt, in Fluß bringt, und ſich damit verglaſet.

Bringt man den Salpeter während des Glühens mit brennbaren Körpern in Berührung, oder trägt man kalten Salpeter auf einen brennenden Körper, ſo entſteht ſogleich eine Entzündung mit Geräuſch, oder ein **Verpuffen**, wovon unter einem beſondern Artikel gehandlet wird. Dieſes Verpuffen zerſetzt den brennbaren Körper ſogleich, und entzieht dem Salpeter ſeine Säure; daher der Rückſtand der Verpuffung oder der uneigentlich ſogenannte **fixe Salpeter** nichts als ein mit der Aſche des verbrannten Körpers verbundenes Gewächslaugenſalz iſt. Salpeter mit Kohlenſtaub verpuft, giebt auf dieſe Art ein Alkali, das wegen der Luftſäure der Kohlen nicht ganz ätzend iſt, aber doch an der Luft zerfließt und **Glaubers Alkaheſt** bildet; durch Verpuffung mit rohem Weinſtein entſtehen die Flüße, ſ. **Fluß**; mit Schwefel erzeugt ſich ein vitrioliſirter Weinſtein. Hiemit hängen auch die Wirkungen des Salpeters im Schießpulver und Knallpulver zuſammen, ſ. **Schießpulver, Knallpulver**.

Der Salpeter wird durch die reine Vitriolſäure auf beyden Wegen, durch die an einen erdigten oder metalliſchen Grundtheil gebundene Vitriolſäure, durch Sedativſalz, Arſenik, Phosphorſäure und Kochſalzſäure nur auf dem trocknen Wege zerſetzt. Dieſe Subſtanzen zerſtören die Salpeterſäure nicht, ſondern machen ſie blos vom Laugenſalze frey, mit dem ſie ſich an ſtatt ihrer verbinden. Man erhält alſo, wenn man die Operation in Deſtillirgefäßen verrichtet, dadurch Salpeterſäure; der Rückſtand aber iſt ein Neutralſalz aus dem Gewächsalkali und der zur Zerſetzung gebrauchten Säure.

Natürlich findet man den Salpeter in gewiſſen Gegenden von Indien, wo man ihn von der Erde oder den Steinen abkehrt und daher Kehrſalpeter (*nitre de houſſage*) nennt. Er wird durch Auflöſung in Waſſer, Durchſeihen und Anſchießen gereiniget. Auch in Spanien ſoll ſich dergleichen finden, und neuerlich hat man im Gebiete von Molfetta und in andern Gegenden Siciliens ganze Salpeterhölen, aus deren Erde er ſich auslaugen läſt, und in den Kalkſchichten des Berges Pulo gediegne Salpeterkryſtallen gefunden (Vom gediegnen Salpeter, in den phyſikaliſchen Arbeiten der einträchtigen Freunde in Wien, herausg. v. Born 1787. gr. 4. Jahrg. I. Quartal 3. S. 4.). Auch findet man Salpeter in den Säften einiger Pflanzen, der aber wohl mehr vom Boden herzuleiten iſt.

In größerer Menge bereitet die Natur den unvollkommnen Kalkſalpeter, der ſich in den Wohnungen der Menſchen und Thiere, beſonders in niedrigen und feuchten, aber vor Regengüſſen geſicherten Behältnißen, z. B. Kellern, Küchen, Ställen u. dgl. ſo häufig an Mauern und Steinhaufen anlegt. Man errichtet auf den Salpeterhütten Wände oder Haufen von Waſſerſchlamm, kalkhaltigen Leimen, Bauſchutt, Gaſſenkehricht, ausgelaugter Aſche u. dgl. die man mit Harn, Miſtjauche oder Waſſer immer feucht erhält, und auf welchen ſich beym Zutritt der freyen Luft nach völlig beendigter Fäulniß ein ähnlicher erdigter Salpeter erzeugt. Dieſer wird nachher in den Salpeterſiedereyen dadurch von der Erde befreyt, daß man ihn entweder in Vermiſchung mit Holzaſche und Kalk durch Waſſer auslaugt, oder eine aus ihm allein bereitete Mutterlauge mit Aſchenlauge vermiſcht, und dann einſiedet, wobey ſich die Säure mit dem zugeſetzten Laugenſalze verbindet, und als gemeiner Salpeter kryſtalliſiret, welcher durch wiederholtes Auflöſen, Einſieden, Abſchäumen und Kryſtalliſiren geläutert wird. Auf dieſe Art wird der gröſte Theil des käuflichen Salpeters durch Vereinigung der Kunſt mit der Natur erhalten.

Der Salpeter wird am häufigſten zu Bereitung des Schießpulvers verbraucht. In der Chymie dient er zu einer großen Anzahl Arbeiten, als Reinigungsmittel des

Goldes und Silbers von beygemiſchten unedlen Metallen, deren Verkalkung er ſehr beſchleuniget, ingleichen zur Zuſammenſetzung der Flüße, zum Verglaſen und zu Entdeckung der Gegenwart des Brennbaren durchs Verpuffen. Bey den pnevmatiſch-chymiſchen Verſuchen giebt er ein vortrefliches Mittel zu Entbindung der dephlogiſtiſirten Luft, und zu Reinigung verdorbner Luftarten, wovon auch die Arzneykunſt Gebrauch machen kan, in der er noch überdies als ein harntreibendes, beruhigendes und kühlendes Mittel häufig angewendet wird.

Macquer chym. Wörterbuch mit Leonhardi Anm. Art. Salpeter.

Gren ſyſtem. Handb. der Chemie, I. Theil, §. 835 u. f.

Salpeterartige Luft, ſ. Gas, ſalpeterartiges.

Salpetergeiſt, ſ. Salpeterſäure.

Salpeterſäure, Acidum nitri, *Acide nitreux*. Dieſen Namen führt eine der vornehmſten mineraliſchen Säuren, welche einen Beſtandtheil des Salpeters ausmacht.

Man erhält ſie am gewöhnlichſten durch Zerſetzung des Salpeters mit Vitriolöl, mit welchem ſich derſelbe unter heftigem Aufbrauſen erhitzt, und ſeine Säure in Geſtalt von rothen Dämpfen ausſendet. Wenn man einen Theil Salpeter mit einem halben Theile Vitriolöl in einer geräumigen Retorte im Sandbade deſtillirt, und die rothen Dämpfe in der Vorlage aufſammlet, ſo erhält man dadurch eine ſehr concentrirte Salpeterſäure, die in Gläſern mit eingeriebnen und noch überdies mit Wachs verklebten Stöpſeln aufbewahrt werden muß. Sie führt insgemein den Namen des rauchenden Salpetergeiſts (Spiritus nitri fumans Glauberi). Der Rückſtand dieſer Deſtillation iſt natürlich ein vitrioliſirter Weinſtein, dem man unnöthiger Weiſe beſondere Namen (Arcanum duplicatum, Panacea Holſteinienſis, Sal de duobus) gegeben hat.

Der rauchende Salpetergeiſt iſt röthlich von Farbe, höchſt ſauer und ätzend, und ſendet an der Luft rothe Dämpfe aus. Das eigenthümliche Gewicht des ſtärkſten iſt

1,583 von dem Gewichte des Waſſers. Mit Eis und Schnee bringt er eine beträchtliche Kälte hervor, ſ. Kälte, künſtliche; mit Waſſer aber erhitzt er ſich mit einem Ziſchen. Mit dem vierten Theile Waſſer, dem Volumen nach, wird er grün, mit gleichen Theilen Waſſer blau, und mit noch mehrerem ganz weiß. Er zieht die Feuchtigkeit der Luft ſtark an, und erhält daher an der Luft nach und nach eben dieſe Farben.

Die reine Salpeterſäure iſt weit flüchtiger, als die Vitriolſäure, und kan daher nicht in feſter Geſtalt dargeſtellt werden. Was **Bernhard** (Chemiſche Verſuche und Erfahrungen, Leipz. 1765. 8. S. 129.) für kryſtalliſirte oder eisartige Salpeterſäure anſahe, ſcheint eine mit ſalpeterſauren Dämpfen geſchwängerte Vitriolſäure in Form eines Eisöls geweſen zu ſeyn, dergleichen auch **Prieſtley** (Experiments and Obſerv. relating to various branches etc. Sect. II. p. 26. Sect. XL. p. 450 ſq.) erhielt. Von den rothen Dämpfen der Salpeterſäure ſ. den Art. **Gas, ſalpeterſaures**, (Th. II. S. 420.).

Anſtatt des Vitriolöls bedient man ſich zu Ausſcheidung der Säure aus dem Salpeter auch anderer Subſtanzen, welche Vitriolſäure enthalten, beſonders des gebrannten Vitriols oder gebrannten Alauns. Auch die Thonerden treiben in der Hitze die Salpeterſäure aus. Dieſe Operationen werden gewöhnlich im Großen unternommen, und es wird dabey in der Vorlage Waſſer vorgeſchlagen. Der ſaure Spiritus, den man dadurch erhält, iſt weit ſchwächer als der rauchende Salpetergeiſt, und weiß, ſtößt auch keine ſichtbaren Dämpfe aus, und wird ſchlechthin **Salpetergeiſt** (ſpiritus nitri) oder **Scheidewaſſer** (aqua fortis, *Eau forte*) genannt. Durch eine ſorgfältigere Deſtillation mit dem bis zur rothen Farbe calcinirten Vitriol erhält man das **doppelte Scheidewaſſer**, das eine röthliche oder dunkelgelbe Farbe hat, und bey Berührung der Luft rauchet.

Durch eine Deſtillation bey gelindem Feuer kan man dem rauchenden Salpetergeiſte die röthliche Farbe benehmen. Es geht dabey ein Theil der Säure in gelben Dämpfen über, und das zurückbleibende iſt ungefärbt, ſtößt auch jetzt nur

weiße Dämpfe aus. Man muß es aber ſehr vorſichtig in einem Glaſe, das damit ganz erfüllt wird, mit einem eingeſchliffenen Stöpſel verwahren. Sobald dieſe ungefärbte Säure etwas Brennbares z. B. einen Holzſpan oder Strohhalm berührt, wird ſie ſogleich gelb, und giebt wieder gelbe Dämpfe. **Bergmann** und **Scheele** haben daher die rothe Farbe des rauchenden Salpetergeiſts von ſeiner Verbindung mit dem Phlogiſton hergeleitet, und ihm ſo, wie jeder gefärbten Salpeterſäure, den Namen der **phlogiſtiſirten Salpeterſäure** beygelegt. Der phlogiſtiſirte Geiſt wird durch das Brennbare flüchtiger, und geht bey gelinder Deſtillation zuerſt und mit Zurücklaſſung des ungefärbten Theils über, welchen daher eben dieſe Chymiſten die **dephlogiſtiſirte Salpeterſäure** nennen. Wenn gleich Herr **Wiegleb** die rothe Farbe und das Dampfen von mehrerm Feuer oder gebundenem Wärmeſtof herleitet, ſo zeigen doch **Crawfords** Verſuche, daß der bleiche Salpetergeiſt mehr gebundne oder ſpecifiſche Wärme, als der gefärbte, bey ſich führe.

Die Anziehung der Salpeterſäure gegen das brennbare Weſen iſt ungemein ſtark. Den Oelen entreißt ſie daſſelbe mit ſolcher Kraft, daß dabey durch ihren freywerdenden Wärmeſtof an der Luft heftige Selbſtentzündungen erfolgen. Mit der concentrirten Salpeterſäure allein entzünden ſich die ſchwerern ätheriſchen und die troknenden milden Oele leicht; mit den leichtern ätheriſchen und den übrigen milden Oelen gelingt der Verſuch beſſer, wenn man Vitriolöl mit zu Hülfe nimmt, um die überflüßige Feuchtigkeit zu binden. **Borrichius** (in *Thom. Bartholini* Act. med. et philoſ. Hafn. ann. 1671. p. 133.) entdeckte zuerſt die Entzündung des Terpentinöls mit dem rauchenden Salpetergeiſte; **Slare** (Philoſ. Trans. 1694. Num. 213. p. 200. und in Crells chem. Archiv. B. I. S. 105.) und **Homberg** (Mém. de Paris. 1701. S. 129. und beym Crell, B. II. S. 250.) entzündeten ätheriſche Oele, **Rouviere** (1706) auch brenzliche. **Hofmann** (1722 in Obſ. phyſ. chym. L. II. obſ. 3.) und **Geoffroy** (Mém. de Paris. 1726. beym Crell B. III. S. 89.) fanden, daß die Beymiſchung der Vitriolſäure den Ver-

ſuch erleichtere, und **Rouelle** (Mém. de Paris. 1747. S. 34.), daß ſich dadurch auch die milden Oele entzünden laſſen.

Die dephlogiſtiſirte Salpeterſäure erlangt ſchon durch Berührung der Luft, der ſie ihr Phlogiſton entzieht, die gelbe Farbe und dampfende Eigenſchaft wieder, die alſo beym rauchenden Salpetergeiſte wohl von dem Brennbaren des zur Austreibung angewendeten Vitriolöls herrühren mag. Nach **Scheeles** Beobachtung ſollen ſogar die Sonnenſtralen die Kraft haben, weiſſe Salpeterſäure in weiſſen Gläſern mit eingeſchliffenen Stöpſeln zu phlogiſtiſiren. **Scheele** ſchloß hieraus, das Licht ſey ein zuſammengeſetzter Stof und enthalte Phlogiſton. Aber nach **Kirwan** erfolgt dies nur in Gläſern, die nicht ganz voll ſind, durch die miteingeſchloßne Luft. Auf dieſe ungemein ſtarke Verwandſchaft mit dem Phlogiſton gründet ſich auch die Entfärbung der braunen Vitriolſäure durch zugegoſſene Salpeterſäure oder hineingeworfenen Salpeter; und die Zerſetzung der hepatiſchen Luft durch ſtarke Salpeterſäure, deren Eintröpfeln den hepatiſchen Waſſern den Geruch benimmt, und ihren Schwefel niederſchlägt.

Bey völliger Ausſchließung der reinen Luft nehmen die Dämpfe der phlogiſtiſirten Salpeterſäure mit Hülfe der Wärme die Luftgeſtalt an, und erſcheinen als **nitröſes** oder **Salpetergas**, wovon bey dem Worte **Gas, ſalpeterartiges** (Th. II. S. 411 u. f.) umſtändlich gehandlet worden iſt. Sehr wahrſcheinlich beſteht dieſes Gas aus einer mit dem Phlogiſton verbundenen und durch Beytritt des Wärmeſtofs luftförmig gewordenen Salpeterſäure. Kömmt die Luft damit in Berührung, ſo nimmt dieſe das Phlogiſton an ſich, und nun erſcheint die Salpeterſäure ſogleich in der gewöhnlichen Geſtalt des rothen Dampfs, der bey allen Vermiſchungen der nitröſen Luft mit gemeiner oder dephlogiſtiſirter entſteht.

Hingegen erhält man aus dem rauchenden Salpetergeiſte ſowohl, als aus den rothen Dämpfen deſſelben, wenn man ſie durch ein glühendes Pfeifenrohr gehen läſt, ingleichen aus ſehr vielen mit Salpeterſäure angefeuchteten Subſtanzen eine Menge **dephlogiſtiſirter Luft**, beſonders,

wenn dieſe Subſtanzen, ſoviel möglich, vom Phlogiſton befreyt ſind, ſ. **Gas, dephlogiſtiſirtes** (Th. II. S. 373 u. f.). Darf man der Vermuthung Raum geben, daß die dephlogiſtiſirte Luft ein Waſſer in elaſtiſcher Form ſey, ſo laſſen ſich dieſe Entwicklungen deſſelben durch die Hitze ganz leicht erklären, da doch aller flüßige Salpetergeiſt, ſelbſt der concentrirteſte, Waſſer bey ſich führt. Dieſe dephlogiſtiſirte Luft ſcheint auch Antheil an dem Verpuffen zu haben, welches allen ſalpeterſauren Salzen eigen iſt, ſ. **Verpuffen.**

Die Salpeterſäure iſt eines der mächtigſten chymiſchen Auflöſungsmittel, das ſich vorzüglich durch die Leichtigkeit und Geſchwindigkeit ſeiner Wirkungen empfiehlt. Sie löſet die drey Laugenſalze ſehr leicht auf, und bildet mit dem vegetabiliſchen den gemeinen, mit dem mineraliſchen den **würflichten**, und mit dem flüchtigen den **entzündlichen Salpeter** oder **Salpeterſalmiak**. Doch ſind die Laugenſalze mit der Vitriolſäure noch ſtärker, als mit ihr verwandt; daher das Vitriolöl den Salpeter zerſetzt, und ſeine Säure wieder frey macht. Merkwürdig iſt hiebey, daß aufgegoſſene Salpeterſäure die vitrioliſchen Mittelſalze auch wiederum in gewiſſem Maaſſe zerſetzt, und mit ihren Laugenſalzen Salpeter bildet. Es ſcheint alſo, als ob einmal die Vitriolſäure, ein andermal die Salpeterſäure ſtärker mit den Laugenſalzen verwandt ſey, und einige haben daraus ſogar die Richtigkeit der ganzen Verwandſchaftslehre erweiſen wollen. Aber **Bergmann** (De attract. electiv. §. 9.) erklärt das Räthſel ſehr glücklich, und beſſer als **Baume**, der es 1760 zuerſt entdeckte. Nemlich die vitrioliſchen Neutralſalze ſind fähig, ſich mit Vitriolſäure zu überſättigen. Kömmt nun Salpeterſäure hinzu, ſo giebt ein Theil des Neutralſalzes ſeine Säure an den andern Theil ab, den die Salpeterſäure nicht berührt; in jenem Theile wird alſo das Laugenſalz frey, und kan ſich mit der Salpeterſäure verbinden.

Auch die abſorbirenden Erden löſt dieſe Säure leicht auf, und bildet mit ihnen Mittelſalze, die den allgemeinen Namen der **erdigten Salpeter** führen, z. B. Kalkſal-

peter, Bitterſalpeter, Alaunſalpeter, ſchwererdiger Salpeter.

Alle Metalle werden von der Salpeterſäure angegriffen und aufgelöſet; doch Gold und Platina nur in Verbindung mit der Salzſäure, ſ. Königswaſſer. Es entſteht bey dieſen Auflöſungen, vermuthlich wegen des Brennbaren der Metalle, eine größere Menge rother Dämpfe und eine ſtärkere Hitze; das dabey aufſteigende Gas aber iſt nicht entzündbar, ſondern von eigner Beſchaffenheit; es iſt nemlich die ſalpeterartige oder nitröſe Luft. Mit dem Silber, Bley, Queckſilber und Wißmuth erzeugt die Salpeterſäure kryſtalliſations- und verpuffungsfähige Salze; mit den meiſten übrigen Metallen, z. B. dem Kupfer, Zinn, Eiſen und Spießglaskönige giebt ſie mehr Hitze und Aufwallen, entzieht ihnen mehr Brennbares und bildet blos zerfließbare Salze, welche ſich zum Theil durch Abſonderung der metalliſchen Kalke von ſelbſt zerſetzen.

Die Oele werden durch concentrirte Salpeterſäure entzündet, durch verdünnte aber verdickt und in harzige oder ſeifenartige Gemiſche verwandlet. Mit dem Weingeiſte vermiſcht ſich dieſe Säure ſehr leicht, verliert aber dadurch viel von ihrer ſauren Beſchaffenheit, und wird in den verſüßten Salpetergeiſt (ſpiritus nitri dulcis) verwandlet. Im gehörigen Verhältniße und mit der nöthigen Vorſicht angeſtellt giebt die Vermiſchung des Weingeiſts und der Salpeterſäure auch ohne Deſtillation den Salpeteräther.

Die Natur der Salpeterſäure iſt eben ſo dunkel, als das Weſen der übrigen Säuren. Die Erzeugungsart des Salpeters bewog die ältern Chymiſten, dieſe Säure als einen in der Luft verbreiteten einfachen Stof zu betrachten, der ſich nach und nach an die der Luft ausgeſetzten Materien anhänge. Der jüngere **Lemery** (Mém. de Paris, 1717.) glaubte dieſen Stof vielmehr in den thieriſchen und vegetabiliſchen Materien zu finden, ohne deren Gegenwart die Salpetererzeugung nie gelingt. Die ungemein ſtarke Verwandſchaft dieſer Säure mit dem Brennbaren bewog Stahlen, ſie für eine durch Verbindung mit phlogiſtiſchen Stoffen abgeänderte allgemeine Säure oder Vitriolſäure zu erklären,

und die Fäulniß für das Mittel zu halten, deſſen ſich die Natur bediene, um dieſe eigne Art von Verbindung zu bewirken. Dieſe Meinung iſt von **Stahl** ſelbſt (Schriften von der natürl. Erzeugung und Nutzbarkeit des Salpeters. Frf. und Leipz. 1734. 8.) und von **Pietſch** (Preisſchr. von Erzeugung des Salpeters. Berlin, 1750. 4.) ausführlich vertheidiget worden. Eine von der pariſer Akademie veranſtaltete Sammlung (Recueil de mém. et d'obſ. ſur la formation et fabric. du Salpêtre. à Paris 1776. Sammlung von Nachrichten und Beob. über die Verf. des Salp. Dresd. 1778. 8.) enthält noch mehr Hypotheſen über dieſen Gegenſtand, dergleichen auch **Weber** (Vollſt. theor. u. prakt. Abhdl. von dem Salpeter. Tübingen, 1779. 8.) anführt.

Seit der Entdeckung der nitröſen Luft iſt es ſtreitig geworden, ob dieſes Gas in der Salpeterſäure, oder die letztere in jenem enthalten ſey, ſ. **Gas, ſalpeterartiges. Lavoiſier** hält nach ſeinem eignen Syſtem die Salpeterſäure für zuſammengeſetzt aus Waſſer, reiner Luft und dem eignen Stoffe des Salpetergas: **Prieſtley** hingegen nimmt das Gas für eine luftförmige Verbindung der Salpeterſäure mit dem Phlogiſton an, welches letztere die gemeine Meinung iſt. Ich habe in dem erſterwähnten Artikel (Th. II. S. 417.) einige Gründe angeführt, welche gegen **Lavoiſier** zu ſtreiten ſcheinen. Daß man ſo häufig dephlogiſtiſirte Luft aus dem Salpeter, ja auch aus ſeiner Säure entwickeln kan, iſt noch kein Beweis, daß dieſelbe, als Luft, in der Salpeterſäure, vorhanden ſey. Es läſt ſich auch ſo erklären, daß das Waſſer des Salpeters in Luftform entwickelt, und wegen der ſtarken Anziehung der Säure gegen das Brennbare nicht phlogiſtiſirt werde, mithin als reine Luft erſcheine.

Einige neuere Verſuche von **Cavendiſh**, ſ. **Gas, phlogiſtiſirtes** (Th. II. S. 409 u. f.) ſcheinen anzugeben, daß auch in der phlogiſtiſirten Luft Salpeterſäure enthalten ſey. Wenn ſich hiebey weder in den Stoffen, aus denen die Gasarten entbunden waren, noch in den zur Sperrung angewandten Materien Salpeterſäure befunden hat, ſo iſt

dies allerdiengs eine ſehr unerwartete Entdeckung, die aber erſt noch mehr Beſtätigung bedarf, ehe man ſich erlauben kan, Folgerungen daraus zu ziehen.

Macquer chymiſches Wörterbuch, mit Leonhardi Anm. Art. Salpeterſäure.

Gren ſyſtemat. Handb. der Chemie, Theil I. §. 819 u. f.

Salpeterſaure Luft, ſ. Gas, ſalpeterartiges.

Salze, Salia, Sales, *Sels*. Dieſen Namen führt eine eigne Hauptgattung der unorganiſchen oder mineraliſchen Körper, welche ſich von den übrigen durch ihre Auflöslichkeit im Waſſer und durch Erregung eines merklichen Geſchmacks auf der Zunge unterſcheidet. Das gemeine Salz oder Küchenſalz (Sal commune, culinare), das zu Bereitung der Speiſen gebraucht wird, gehört zu dieſen Körpern, und hat zur Benennung derſelben Anlaß gegeben. Inzwiſchen giebt es einige Körper, welche man ohngeachtet ihrer Auflöslichkeit im Waſſer und ihres Geſchmacks doch nicht eigentlich zu den Salzen rechnen kan. Dergleichen ſind die gebrannte Kalkerde und verſchiedene Gummi. Auch werden mehrere Körper blos vom heiſſen Waſſer, oder in verſchloßenen Gefäßen bey einer Hitze, die den Siedpunkt überſteiget, aufgelößt. Man muß aus dieſem Grunde die Salze lieber ſo definiren, daß ſie unentzündliche Stoffe ſind, welche fein gepülvert zu ihrer Auflöſung höchſtens nur 200mal (nach Bergmann 500mal) ſoviel ſiedendes Waſſer in ofnen Gefäßen erfordern, als ihr Gewicht beträgt, und auf der Zunge einen Geſchmack erregen.

Die Auflöslichkeit der Salze im Waſſer iſt ſehr verſchieden. Von den mehreſten löſt ſiedendes Waſſer mehr auf, als kälteres; andere löſt es nur ſchneller, aber in nicht viel größerer Menge auf. Viele haben eine ſo ſtarke Verwandſchaft zum Waſſer, daß ſie ſich nicht anders, als flüßig, darſtellen laſſen, und heiſſen daher ſtets flüßige Salze. Andere nehmen zwar eine trokne Geſtalt an, ziehen aber die Feuchtigkeit der Luft ſo ſtark an ſich, daß ſie darinn zerfließen, und heiſſen zerfließbare Salze. Die meiſten feſten Salze ſchießen aus ihren Auflöſungen in Waſ-

ſet durch Abdampfen oder Abkühlen in Kryſtallen an, die für jede Art Salz eine eigenthümliche Geſtalt haben, ſ. Kryſtalliſation.

Die Anzahl der verſchiedenen Stoffe, welche die Kennzeichen der Salze an ſich tragen, iſt ſo groß, daß man ſie bey weitem nicht alle kennt. Die wirkſamſten Salze beſitzen das Vermögen, auch andern ſonſt nicht ſalzartigen Stoffen die Eigenſchaften der Salze zu geben; und man findet daher viele Miſchungen, welche dieſe Eigenſchaften in höherm oder geringerm Grade nur durch ihre Vereinigung mit ſolchen, die an ſich Salze ſind, erhalten haben. Daher unterſcheidet Bergmann (Anm. zu Scheffers chymiſchen Vorleſ. §. 2.) die eigentlichen Salze von den analogiſchen.

Die eigentlichen Salze zerfallen in die beyden Hauptclaſſen der Säuren und Laugenſalze oder Alkalien, von deren beſondern Kennzeichen und Eigenſchaften eigne Artikel dieſes Wörterbuchs handlen. Beyde Claſſen laſſen ſich als entgegeſetzt, oder als Antagoniſten von einander betrachten, indem das Hinzukommen der einen die beſondern Kennzeichen und Eigenſchaften der andern ſchwächt, und endlich beym Sättigungspunkte ganz aufhebt. Wenn z. B. die Lakmustinktur von einer Säure roth gefärbt worden iſt, ſo giebt ihr das Laugenſalz ihre urſprüngliche blaue Farbe wieder; der ſaure und ätzende Geſchmack der Säuren wird durch die Beymiſchung der Laugenſalze gemildert, ſo wie ſich der ſtechende urinöſe Geſchmack der letztern durch Beymiſchung der Säuren verliert u. ſ. w. Aus vollkommner Sättigung beyder Salzarten mit einander entſpringen neue zuſammengeſetzte Stoffe, welche nur noch die allgemeinen Kennzeichen der Salze an ſich tragen, die beſondern Eigenſchaften der Säuren und Alkalien aber ganz verlohren haben, ſ. Neutralſalze. Dieſe allgemeinen Geſetze der Säuren und Alkalien faſſen eine große Menge der verwickeltſten chymiſchen Erſcheinungen in ſich zuſammen. Sie ſind von den Vorgängern Bechers und Stahls in Deutſchland und Frankreich z. B. von Rollfink, Tachenius, Lemery zuerſt gehörig aus einander geſetzt und von Jacob Barner (Chymia philoſophica, Norib. 1690. 8.) in ein gutes Sy-

ſtem gebracht worden, welches viel Licht über die chymiſchen Verſuche verbreitete, und auf den richtigen Weg zu weitern Unterſuchungen führte.

Die mineraliſchen Säuren ſind unter allen Salzen die wirkſamſten, und äuſſern gegen andere Stoffe die ſtärkſten Verwandſchaften oder Anziehungen. Andere Säuren ſind weit ſchwächer. Die Vitriolſäure z. B. hat einen äuſſerſt ſauren oder vielmehr ätzenden und zerfreſſenden Geſchmack, bemächtigt ſich der Feuchtigkeit ſehr thätig und ſchnell, erhitzt ſich mit dem Waſſer in hohem Grade, und verbindet ſich mit den meiſten Stoffen innig und mit erſtaunlicher Kraft. Die Weinſteinſäure hingegen hat einen blos ſäuerlichen Geſchmack, iſt in Waſſer ſehr ſchwer auflöslich und faſt immer im troknen kryſtalliniſchen Zuſtande, geht auch mit andern Subſtanzen nur ſchwache und leicht zu trennende Verbindungen ein, ſo daß man dieſe beyden Stoffe kaum für Salze von einerley Claſſe halten ſollte. Uebrigens iſt die Anzahl der Säuren unbeſtimmt, und es werden immer noch mehrere entdeckt; die Laugenſalze halten ſich bey ihrer Anzahl.

Es giebt noch auſſer den Laugenſalzen gewiſſe Subſtanzen aus der Claſſe der **Erden**, mit welchen ſich die Säuren verbinden, und dadurch analogiſche Salze bilden, welche die ſauren Eigenſchaften nicht mehr, oder nur in geringerm Grade, zeigen. Die hieraus entſtandnen Miſchungen führen den Namen der **Mittelſalze** oder der unvollkommnen, erdigten Salze. Iſt die Erde, mit der ſich eine Säure verbindet, eine eigentliche abſorbirende oder ſäurebrechende Erde, ſo entſteht ein Mittelſalz mit einem erdigten Grundtheile; iſt es eine metalliſche Erde oder ein Metallkalk, ſo wird ein Mittelſalz mit einem metalliſchen Grundtheile erzeugt, ſ. **Mittelſalze**.

Endlich entſtehen auch analogiſche Salze aus Verbindungen mehrerer Neutral- und Mittelſalze untereinander ſelbſt. Man trift dergleichen zum Theil von der Natur bereitet an, theils findet man ſie bey den Zerlegungen der Körper, theils werden ſie auch zu gewiſſen Abſichten mit Vorſatz bereitet. Sie heiſſen auch zuſammengeſetzte drey-

fache oder vierfache Mittelſalze. So enthält das Alembrothſalz, welches aus ätzendem Sublimat und Salmiak beſteht, zwar nur eine Säure, nemlich die Salzſäure, aber einen doppelten Grundtheil, nemlich den metalliſchen des Queckſilbers und das flüchtige Alkali. Das engliſche Purgirſalz hat zwo Säuren, nemlich Vitriol- und Salzſäure, aber nur einen Grundtheil, die Bitterſalzerde. Der tartariſirte Borax hat zweyerley Säuren, die reine Weinſteinſäure und das Sedativſalz, und zwey Grundtheile, nemlich beyde fixe Laugenſalze, in ſich u. ſ. w.

Schon hieraus wird man überſehen, wie unendlich mannigfaltig die Anzahl und Verbindungsart der Salze ſey, und mit wieviel Abwechſelung ſich dieſe Stoffe durch die ganze Natur verbreitet finden. Dennoch waren die Chymiſten ſonſt geneigt, alle Salze überhaupt auf ein einziges zu bringen, und die übrigen blos als Abänderungen deſſelben anzuſehen. Insbeſondere hat Stahl (Beweis von den Salzen, daß dieſelben aus einer zarten Erde mit Waſſer innig verbunden beſtehen, Halle, 1723. 8. zweyte Aufl. von J. Joach. Lange, Halle, 1765. 8.) die beyden Sätze zu behaupten geſucht, daß die Vitriolſäure die einzige an ſich ſelbſt und weſentlich ſalzartige Subſtanz ſey, welche durch ihre Verbindung mit andern Stoffen alle übrige Salze bilde, und daß dieſe Säure ſelbſt aus der innigen Verbindung von Erde und Waſſer entſtehe. Macquer bemüht ſich ſehr, dieſe beyden Sätze wahrſcheinlich zu machen, und es iſt nicht zu läugnen, daß man ſchwerlich auf eine andere Subſtanz, als auf die Vitriolſäure, fallen könnte, wenn man ſich anders verſtatten dürfte, ein allgemeines Salzweſen anzunehmen. Sie hat auch daher den Namen der allgemeinen Säure (acidum catholicum, primigenium) erhalten. Allein man hat noch nicht darthun können, daß ſich irgend eine Salzart in eine andere verwandlen laſſe, und die Erfahrungen, welche Pietſch (Preisſchrift von Erzeugung des Salpeters, Berlin 1750. 4.) angeführt hat, beweiſen nur Aehnlichkeit gewiſſer Salze, nicht Entſtehung des einen aus dem andern. Was Stahls zweyten Satz von der Zuſammenſetzung der Salze aus Erde und Waſſer

betrift, ſo gehört er eigentlich **Bechern** zu, der Erde und Waſſer für die einzigen Grundſtoffe aller Körper hielt, ſ. **Grundſtoffe. Macquer** verbreitet ſich darüber ſehr ausführlich, und nennt dieſen Lehrbegrif den beſten, den man über die Salze habe, geſteht aber doch am Ende, die einzige daraus feſtzuſetzende Wahrheit ſey dieſe, daß Erde und Waſſer zu der Miſchung aller ſalzartigen Subſtanzen kommen, und dieſe Wahrheit ſcheine noch überdies ſehr unvollkommen, ſeitdem man aus neuern Entdeckungen wiſſe, daß auch Luft und Gasarten Beſtandtheile der Salze, und vorzüglich der Säuren, ausmachen. Andere z. B. **Lemery**, welche das Feuer als den Grund aller Aetzbarkeit anſahen, haben auch dieſes Element zu den Beſtandtheilen der Säuren und ätzenden Alkalien gerechnet, ſ. **Kauſticität**; und noch andere haben ein eignes durch die ganze Natur verbreitetes **Salzweſen** (principium ſalinum) mit zu den erſten Grundſtoffen gerechnet, ſ. **Grundſtoffe**. Aber alles dies ſind Hypotheſen, die auf ſchwachen Gründen beruhen. Wir müſſen uns bis jetzt begnügen, zu wiſſen, daß die eigentlichen Salze ſehr einfache Stoffe ſind, die ſich zwar vielleicht noch weiter zerlegen laſſen, von denen es aber unmöglich iſt, die wahren Zuſammenſetzungen und Beſtandtheile anzugeben.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Salz.
Gren Syſtem. Handb. der Chemie, I. Theil, §. 191 u. f.

Salzgeiſt, ſ. **Salzſäure.**

Salzſäure, Kochſalzſäure, Küchenſalzſäure, Seeſalzſäure, Seeſäure. Acidum ſalis, Acidum ſalis communis ſ. culinaris, Acidum muriaticum, *Acide marin.* Dieſer Name wird derjenigen eignen mineraliſchen Säure gegeben, welche einen Beſtandtheil des gemeinen Küchenſalzes, ingleichen des Seeſalzes, ausmacht.

Wenn man auf das gewöhnliche Kochſalz Vitriolöl gießt, ſo entſteht ſogleich Erhitzung mit Aufbrauſen, indem ſich die Vitriolſäure wegen ihrer ſtärkern Verwandſchaft mit dem mineraliſchen Alkali des Salzes verbindet, und die da-

mit verbundene Säure in Geſtalt häufiger weißgrauer Dämpfe frey macht, welche einen Safrangeruch verbreiten. Verrichtet man dieſe Operation in Deſtillirgefäßen, wo die Dämpfe aufgefangen und durch ſo wenig Waſſer, als möglich, verdichtet werden, ſo erhält man aus ihnen eine concentrirte Salzſäure, welche insgemein den Namen des **rauchenden Salzgeiſts** (Spiritus ſalis fumans Glauberi, *Eſprit de ſel)* führt. Glauber hat dies Verfahren und den dadurch erhaltenen Salzgeiſt zuerſt bekannt gemacht; auch heißt der Rückſtand dieſer Deſtillation, der natürlich eine Verbindung der Vitriolſäure mit dem Mineralalkali des Kochſalzes iſt, noch bis jetzt **Glauberſalz** (Sal mirabile Glauberi).

Dieſe Deſtillation hat weit mehr Schwierigkeiten, als die des rauchenden Salpetergeiſts, ſ. **Salpeterſäure**. Die äuſſerſt flüchtigen Dämpfe der Salzſäure laſſen ſich ſchlechterdings ohne Waſſer nicht verdichten; daher man entweder das Vitriolöl mit Waſſer verdünnen oder, in der Vorlage etwas Waſſer vorſchlagen, auch das Vitriolöl nur nach und nach auf das Kochſalz tragen muß. Ueberdies iſt eine geräumige Vorlage, eine feſte und ſchon im Voraus geſchehene Verwahrung der Fugen mit dem dichteſten Kütte, eine kalte Witterung und viel Behutſamkeit in Behandlung des Feuers nöthig. Man hat daher mehrere Methoden vorgeſchlagen, unter denen ſich die **woulfiſche** auszeichnet, nach welcher an den Schnabel der Retorte eiñ gekrümmtes Rohr angebracht wird, das in eine Flaſche geht; aus dieſer Flaſche geht wieder ein anderes Rohr in eine zweyte Flaſche u. ſ. w. und aus der letzten eines in die freye Luft. In den Flaſchen wird Waſſer vorgeſchlagen, und ſo erhält man in der erſten den ſtärkſten, in den folgenden ſchwächern Salzgeiſt.

Der rauchende Salzgeiſt hat gewöhnlich eine gelbe Farbe, die ihm jedoch nicht eigen zu ſeyn, ſondern von den Eiſentheilen des gebrauchten Salzes, oder auch vom Brennbaren des Vitriolöls oder des Kütts herzurühren ſcheint. Auch ſein ſafranartiger Geruch entſteht vielleicht vom Eiſen, wenigſtens wird er durch mehr Eiſen merklich verſtärkt. Das ganz eigne des rauchenden Salzgeiſts ſind die weißen

und nur bey Berührung der Luſt ſichtbaren Dämpfe, welche im Queckſilberapparat aufgefangen, eine eigne Gasart geben, die nichts anders, als eine Salzſäure in Luftgeſtalt, iſt, ſ. Gas, ſalzſaures (Th. II. S. 421 u. f.). Wegen der nothwendigen Beymiſchung des Waſſers kan man den Salzgeiſt nie ſo concentrirt, als den Salpetergeiſt oder das Vitriolöl, erhalten, und ſein eigenthümliches Gewicht kömmt kaum auf 1,150 des Waſſers.

Statt des Vitriolöls gebraucht man auch zu Ausſcheidung der Säure aus dem Kochſalze andere Subſtanzen. Der gebrannte Vitriol giebt wegen ſeiner Eiſentheile einen ſehr unreinen Salzgeiſt. Man gebraucht daher lieber getrokneten und fein gepülverten Thon, womit man den vierten Theil getroknetes Kochſalz vermengt. Dieſe Deſtillationen geſchehen eben ſo, wie die des Scheidewaſſers, im Großen, und geben eine weit ſchwächere Säure, den gemeinen Salzgeiſt (Spiritus ſalis communis).

Die Salzſäure entbindet ſich eigentlich in Luftgeſtalt, die ſie aber bey Berührung der atmoſphäriſchen Luft augenblicklich verliert, und ſich in weißgrauen Dampf verwandelt. Die Mittel, ſie in Luftgeſtalt aufzufangen, ſind bey dem Worte Gas, ſalzſaures angeführt zu finden. Das Waſſer verſchluckt dieſes Gas augenblicklich, und die Sättigung deſſelben mit vorherbereitetem ſalzſauren Gas iſt die leichteſte Methode, einen ſehr concentrirten Salzgeiſt zu erhalten.

In der bisher beſchriebenen Geſtalt des Salzgeiſts wirkt die Salzſäure auf andere Körper weit ſchwächer, als die Vitriol- und Salpeterſäure, und zeigt beſonders eine entſchiedene Schwierigkeit, ſich mit dem Brennbaren zu verbinden, welche der Natur der Säuren ganz entgegen zu ſeyn ſcheint, und noch vor kurzem eine ſehr räthſelhafte Erſcheinung war. Aus dem folgenden Artikel aber wird erhellen, daß dieſe gewöhnliche Salzſäure ſelbſt eine große Menge Brennbares bey ſich führt, oder eine phlogiſtiſirte Salzſäure iſt, daß ſie dies ſogar nothwendig ſeyn muß, wenn ſie in tropfbarer Geſtalt erſcheinen ſoll. Da alſo in dieſer Geſtalt ihre Auflöſungskraft gegen das Phlogiſton ſchon gröſten-

theils befriediget oder geſättiget iſt, ſo kan ſie freylich nicht ſo ſtark, als die andern mineraliſchen Säuren, auf brennbare Subſtanzen wirken. Ganz anders verhält ſie ſich, wenn ſie vom Phlogiſton entlediget worden iſt, ſ. Salzſäure, dephlogiſtiſirte. Inzwiſchen müſſen auch ihre Wirkungen im phlogiſtiſirten Zuſtande, in welchem ſie häuſiger gebraucht wird, angeführt werden.

Sie hat in dieſem Zuſtande alle Eigenſchaften der Säuren, jedoch in einem gemäßigtern Grade. Sie verbindet ſich leicht mit den drey Laugenſalzen, und bildet mit dem mineraliſchen das gemeine Küchenſalz, mit dem vegetabiliſchen das minder angenehm ſchmeckende Digeſtiv- oder Fieberſalz des Sylvius, mit dem flüchtigen den Salmiak. Das Vitriolöl und der rauchende Salpetergeiſt zerſetzen dieſe Salze wieder, daher man auch aus Salmiak vermittelſt der Vitriolſäure, und aus Kochſalz vermittelſt der Salpeterſäure einen gewöhnlichen Salzgeiſt deſtilliren kan.

Die ſäurebrechenden Erden werden durch die Salzſäure leicht und mit einem Aufbrauſen aufgelöſet, weil dabey ihre Luftſäure frey wird. Die Kalkerde giebt, mit Salzſäure geſättigt, das ſehr bittere und leicht zerfließbare Kalkſalz, das an der Luft zerfloßen Kalköl genannt wird, und ſich von Natur im Meerwaſſer, auch in verſchiedenen Quellen und Salzſolen findet. Mit den übrigen abſorbirenden Erden bildet ſie das Bitterkochſalz, das Thonſalz und das ſchwererdige Kochſalz. Aber in allen dieſen Mittelſalzen iſt ihre Verbindung mit dem Grundtheile nur ſchwach, und läſt ſich ſelbſt durch andere Mittel- oder Neutralſalze wieder trennen. Die wechſelſeitigen Zerſetzungen und neuen Verbindungen der kochſalzigen Mittelſalze mit den vitrioliſchen und Salpeterſalzen machen einen eignen und ziemlich verwickelten Theil der Lehre von den Salzen aus, welcher beſondere Erſcheinungen zeigt, und zu manchen für die Ausübung brauchbaren Bereitungsarten Anlaß giebt.

Die Zerſetzung des Kalkſalzes durch die milden fixen Laugenſalze zeigt eine Erſcheinung, die man ſonſt das chy-

miſche Wunderwerk nannte, da durch Zuſammengießen zweener Liquoren eine gallertartige Gerinnung und endlich ein feſter Körper entſteht, und aller Liquor verſchwindet. Wenn nemlich Kalkſalz und ein mildes Laugenſalz in ſo wenig Waſſer, als möglich, aufgelöſet und im gehörigen Verhältniße vermiſcht werden, ſo verbindet ſich die Luftſäure des milden Alkali mit der Kalkerde zu einem rohen Kalke, ſ. Kalk; und das Laugenſalz ſelbſt bildet mit der Salzſäure ein Kochſalz oder Digeſtivſalz, je nachdem es das mineraliſche oder vegetabiliſche iſt. Dieſe neuen Verbindungen ſind weit weniger auflöslich, als die vermiſchten Stoffe; ſie ſaugen alſo das Waſſer ein, ohne daß es ihre Conſiſtenz hindert, und ſo erſcheint ein feſtes Gemiſch aus ſalziger Kalkerde.

Die Metalle löſet die Salzſäure weit ſchwerer, als die andern mineraliſchen Säuren, auf. Aber die Urſache hievon iſt blos ihre Sättigung mit dem Brennbaren. Denn man kan ſie mit dem Silber und Queckſilber durch Cementation, oder durch Niederſchlagung dieſer Metalle aus ihrer Auflöſung in Salpeterſäure ſehr leicht verbinden, weil bey dieſen Operationen den Metallen ihr Phlogiſton entzogen wird oder bereits entzogen iſt. Dies zeigt doch, daß ſie mit den metalliſchen Erden des Silbers und Queckſilbers ſogar mehr Verwandſchaft, als die Salpeterſäure, hat. Mit dem Silber bildet ſie auf dieſe Art ein weiſſes Salz, das im Feuer zu einer braunen hornartigen Maſſe, dem **Hornſilber** (luna cornua) ſchmelzt.

Gold und Platina löſet ſie allein gar nicht, in Verbindung mit der Salpeterſäure aber ſehr gut auf, ſ. Königswaſſer. Zinn, Bley, Kupfer, Eiſen, Zink und Wißmuth löſet ſie ziemlich leicht, den Spießglaskönig aber ſchwerer auf, und bildet mit dem Bley das **Hornbley**, mit dem Spießglaskönig (welchen man hiezu mit Queckſilberſublimat deſtilliren muß) die **Spießglasbutter**. Die Auflöſungen der Metalle in ihr erfolgen mit weit weniger Hitze und Aufbrauſen, wobey ſich brennbare Luft entwickelt, und geben meiſtentheils kryſtalliſirungsfähige Salze. Mit denjenigen Metallen aber, welche ſie am ſchwerſten auflöſet, verbindet ſie ſich nachher am innigſten, verflüchtiget dieſelben mit ſich

zugleich beym Deſtilliren und Sublimiren, und bildet damit ſehr ſcharfe und ätzende Salze, wovon der ätzende Queckſilberſublimat und die Spießglasbutter Beyſpiele ſind. Bey den meiſten dieſer Auflöſungen ſteigt ein beſonderer knoblauchartiger Geruch auf, der ſonſt auch dem Arſenik und Harnphosphorus eigen iſt. Alle dieſe der Salzſäure eignen Erſcheinungen hängen von dem Phlogiſton ab, das ſie ſo häufig bey ſich führt, und daher den Metallen nicht ſo ſtark entziehen kan, als es die übrigen Säuren thun, bis ſie bey den Operationen ſelbſt ganz oder zum Theil davon befreyt wird.

Eben dieſes Brennbaren wegen verbindet ſie ſich auch ſchwer mit den Oelen. Mit Weingeiſt vermiſcht und deſtillirt giebt ſie den **verſüßten Salzgeiſt** (Spiritus ſalis dulcis). Den **Salzäther** bereitete zuerſt **Baume** durch Vermiſchung der Dämpfe der Salzſäure mit Dämpfen des Weingeiſts, welches Verfahren **Woulfe** verbeſſerte; der Marquis de **Courtenvaux** aber verfertigte ihn noch leichter, indem er den Weingeiſt mit Libavs rauchendem Spiritus deſtillirte, welcher aus einer ſehr concentrirten Salzſäure mit einer ziemlichen Menge Zinn verbunden, beſteht.

Die beſondern Erſcheinungen der Salzſäure in ihrer gewöhnlichen tropfbaren Geſtalt haben die Chymiker ungemein beſchäftiget. **Becher** ſchrieb dieſelben einem eignen Grundſtoffe zu, den er die **Merkurialerde** nannte, und der nach ſeiner Meinung ſowohl in der Salzſäure, als auch in gewiſſen Metallen, in vorzüglicher Menge vorhanden ſeyn, und das Verbindungsmittel zwiſchen ihnen und der Salzſäure ausmachen ſollte. Aus dieſer Merkurialerde erklärte man auch die Leichtflüßigkeit des Hornſilbers, Hornbleys und anderer mit der Salzſäure verbundenen Metalle. **Stahl** aber ſchränkt ſich blos auf den Wunſch ein, es möchte das Daſeyn dieſer Merkurialerde eben ſo gut erwieſen ſeyn, als das Daſeyn des Brennbaren. Dennoch glaubt er, es laſſe ſich die Vitriolſäure in Salzſäure verwandlen, ob er ſich gleich über die Mittel dazu nirgends erklärt. **Pott** behauptete, man könne der Salzſäure durch Verbindung mit Eiſen die Eigenſchaften der Salpeterſäure geben; aber

die Verſuche, weche de Machy und der Duc d'Ayen in dieſer Abſicht anſtellten, waren eben ſo vergeblich, als Marggrafs Bemühungen, die Salzſäure mit dem Brennbaren zu einem Phosphorus zu verbinden.

Man ſahe überhaupt die Sache von einer falſchen Seite an. Die große Verwandſchaft der Salpeterſäure gegen das Brennbare, welche eher einen Mangel des letztern vorausſetzt, hielt man für einen Beweis ſeiner Gegenwart in dieſer Säure; und aus der Abneigung der Salzſäure gegen Verbindungen mit Brennbarem ſchloß man, daß ihr das Phlogiſton fehle, und daß ſie ſich durch eine ſchickliche Verbindung damit in Salpeterſäure verwandlen würde. Endlich zeigte die Entdeckung, von welcher im folgenden Artikel gehandlet wird, daß ſich die Sache gerade umgekehrt verhalte, und daß der gewöhnliche Salzgeiſt vielmehr eine mit vielem Brennbaren verbundene oder phlogiſtiſirte Salzſäure ſey.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Salzſäure.
Gren ſyſtemat. Handbuch der Chemie, I. Theil, §. 915 u. f.

Salzſäure, dephlogiſtiſirte, Acidum ſalis dephlogiſticatum, *Acide marin déphlogiſtiqué.* Die Salzſäure, welche nach ihrer gewöhnlichen Geſtalt und nach ihren Wirkungen in derſelben, im vorigen Artikel beſchrieben worden iſt, läßt ſich das brennbare Weſen durch ſolche Stoffe entziehen, welche mit dem Phlogiſton näher verwandt ſind. Sie erſcheint aber alsdann in Dampfgeſtalt, und heißt in derſelben dephlogiſtiſirte Salzſäure.

Dieſe Entdeckung, welche ſoviel Licht über das Verhalten der Salzſäure verbreitet hat, iſt die Chymie Herrn Scheele (Vom Braunſtein und deſſen Eigenſchaften, in den ſchwediſchen Abhandl. vom J. 1774. S. 89 u. f. auch in Crells neuſten Entdeck. in der Ch. Th. I. S. 126 u. f.) ſchuldig. Die Verſuche dieſes Gelehrten zeigen, daß die gewöhnliche Salzſäure das Brennbare ſchon als einen Beſtandtheil in ihrer Grundmiſchung enthalte, daß eben dies die Urſache der Schwierigkeit ihrer Verbindung mit noch mehrerm Brennbaren ſey, daß man ihr dieſes Brennbare

entziehen oder ſie dephlogiſtiſiren, und endlich die dephlogiſtiſirte Salzſäure durch die Wiedergabe des Brennbaren zu einer gewöhnlichen wiederherſtellen könne.

Wenn man auf 1 Theil gepülverten Braunſtein 3 Theile von einem ſtarken rauchenden Salpetergeiſte in eine gläſerne Retorte gießt, in deren geräumiger Vorlage nur etwa 2 Quentchen warmes Waſſer vorgeſchlagen ſind, die Fugen nicht verklebt, ſondern nur mit Löſchpapier umwickelt, und das Ganze in ein gewärmtes Sandbad ſetzt, ſo iſt die Vorlage in einer Viertelſtunde mit einem gelben Dampfe erfüllt. Man nimmt ſie alsdann ab, verſtopft ſie genau, und legt eine neue vor, bis ſich auch dieſe angefüllt hat. Die dabey mit aufſteigenden Dämpfe der gemeinen Salzſäure verbinden ſich ſogleich mit dem vorgeſchlagnen Waſſer und bilden damit einen gewöhnlichen Salzgeiſt. Die gelbe dampfförmige Materie aber iſt die dephlogiſtiſirte Salzſäure, die ſich nicht gleich mit dem warmen Waſſer verbindet, und am beſten in Gläſern mit eingeſchliffenen mit Gyps verwahrten Stöpſeln aufgehoben werden kan.

Es erfolgt hiebey eine Auflöſung des Braunſteins, welche anfänglich eine rothgelbe oder braunrothe Farbe hat, durch die Wärme aber in ein Aufbrauſen geräth, wobey ſich das Brennbare der Salzſäure mit dem Braunſteine verbindet. Die aufſteigende Säure hat einen höchſt ſtechenden den Lungen ſchädlichen Geruch, und verfliegt bey Berührung der gemeinen Luft gänzlich.

Man kan ſich bey Auffangung dieſer Säure, wie **Karſten** (Phyſ. chemiſche Abhdl. Heft I. S. 206.) gezeigt hat, mit noch mehrerm Vortheile des gewöhnlichen pnevmatiſch-chymiſchen Apparats bedienen, wie bey allen Entbindungen der Gasarten. Das Waſſer der Wanne muß gewärmt ſeyn, und abſorbirt alsdann die mit übergehenden Dämpfe der gemeinen Salzſäure augenblicklich. Die zuerſt aufſteigende atmoſphäriſche Luft aus dem Halſe und obern Theile der Retorte läſt man in das Zimmer gehen, bis die gelben Blaſen erſcheinen.

Dieſe dephlogiſtiſirte Salzſäure zerſtört die Farbe der blauen Pflanzenſäfte und überhaupt alle Pflanzenfarben gänz-

lich. Lakmuspapier und Blumen werden darinn in kurzer Zeit weiß, und die Laugenſalze können ihre Farben nicht wiederherſtellen. Brennende Kerzen verlöſchen darinn, und Inſecten werden augenblicklich getödtet. Die ausgepreßten Oele und Fettigkeiten verdickt ſie faſt augenblicklich zu Harzen, den Zinnober zerſetzt ſie, und überzieht ſeine Oberfläche mit einem ätzenden Sublimat; den Schwefel aber verändert ſie gar nicht. Mit den Laugenſalzen und Erden bildet ſie eben die Neutral- und Mittelſalze, welche die gemeine Salzſäure mit ihnen erzeugt. Das Kalkwaſſer trübt ſie nicht, ſondern verwandelt es in eine Auflöſung von Kalkſalz.

Auf brennbare Körper wirkt ſie mit vieler Kraft, und wird dadurch zu gemeiner Salzſäure mit Verluſt der Dampfgeſtalt und gelben Farbe. Mit dem vitriolſauren Gas wird ſie beträchtlich vermindert; noch ſtärker unter Erhitzung und feuerrothen Dämpfen mit der nitröſen Luft. Aus dem hepatiſchen Gas ſchlägt ſie Schwefel nieder, und mit dem flüchtigalkaliſchen oder urinöſen Gas erzeugt ſie eben ſo, wie die ſalzſaure Luft, eine weiße Wolke und eine Gerinnung, welche wahrer Salmiak iſt, ſ. **Gas, laugenartiges** (Th. II. S. 392.). Phosphorus entzündet ſich darinn von ſelbſt, und verbrennt, obgleich ſonſt die Flammen in dieſer Säure verlöſchen. Vom Waſſer wird ſie nach und nach eingeſogen, jedoch vom heiſſen weniger, als vom kalten. Das damit imprägnirte Waſſer hat eben den Geruch und eben die Wirkungen, wie die Säure ſelbſt.

Sie greift alle Metalle, und ſelbſt diejenigen an, die ſich ohne vorhergehende Auflöſung oder Verkalkung mit der gemeinen Salzſäure nicht verbinden laſſen. Daher dient weder Queckſilber noch Waſſer zu ihrer Sperrung, und man muß ſie in gläſernen Gefäßen mit Glasſtöpſeln aufbewahren, weil ſie die Korkſtöpſel anfrißt und dadurch phlogiſtiſirt wird. Dies ſind die vornehmſten Reſultate von Scheelens Verſuchen, welche nachher von **Bergmann** (Opuſc. phyſ. chem. Vol. III. p. 353.), **Galliſch** (Progr. de acido ſalis eiusque dephlogiſticatione, Lipſ. 1782. 4. überſ. in den Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſch. III B. 1 St. S.

49 u. f.), Hermbſtädt (Analytiſche Unterſ. über die Natur der dephlog. Salzſ. in ſ. Phyſik. chem. Verſ. u. Beob. B. I. S. 165.) u. a. wiederholt und beſtätiget worden ſind.

Hieraus erklärt ſich nun die Abneigung der gemeinen oder phlogiſtiſirten Salzſäure gegen das Brennbare ſehr leicht. Man ſieht, warum ſich das Gold in Königswaſſer ſo leicht auflöſet, weil nemlich der Salzſäure (welche das eigentliche Auflöſungsmittel des Goldes iſt) ihr Brennbares durch die Salpeterſäure entzogen wird, und warum die gemeine Salzſäure, welche Queckſilber und Silber für ſich nicht angreift, dieſe Metalle dennoch aus ihren Auflöſungen in Vitriol- und Salpeterſäure niederſchlägt.

Die Salzſäure an ſich iſt alſo nach den Wirkungen zu beurtheilen, die ſie im dephlogiſtiſirten Zuſtande hervorbringt. Hier iſt ſie höchſt wirkſam, und ſcheint ſich mit dem Wärmeſtof ſo innig zu verbinden, daß ſie nur als elaſtiſcher Dampf erſcheint, und nicht eher tropfbar wird, als bis ſie Phlogiſton genug an ſich genommen hat, wodurch ſie nach Crawford's Syſtem gebundnen Wärmeſtof verlieren muß. Unter die Gasarten kan man ſie dennoch nicht zählen, theils wegen ihrer Farbe und Sichtbarkeit, theils, weil ſie nach der Beobachtung der Herren Karſten und Gren ſich durch die Kälte verdichtet, und zu kleinen gelben Kryſtallen anſchießt, wodurch in dem Gefäße, darinn man ſie aufbewahrt, ein luftleerer Raum entſteht. Sie iſt alſo nur ein elaſtiſcher dem luftförmigen Zuſtande nahe kommender Dampf. Durch das Freywerden der Wärme, welche ihr dieſe Dampfgeſtalt gab, entſteht auch die Erhitzung, wenn ſie mit der Salpeterluft vermiſcht und dadurch dieſer Geſtalt beraubt wird.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſtem, wo freylich dieſe Begriffe nicht ſtatt finden, wird ſie von Fourcroy (Leçons élém. de Chimie, Paris 1782. 8. To. II. p. 20.) für eine Verbindung des Salzgeiſtes mit der dephlogiſtiſirten Luft des Braunſteins angenommen. Dieſer Meinung ſtimmt auch Hermbſtädt bey, und führt das Verbrennen des Phosphorus in ihr zum Beweiſe an. Herr Gren erinnert dagegen, daß man immer noch die vorige Salzſäure aus

demjenigen Braunſtein erhalte, aus welchem man ſchon die dephlogiſtiſirte Luft entbunden hat, daß dephlogiſtiſirte und ſalzſaure Luft keinesweges dephlogiſtiſirte Salzſäure geben, und daß das Verbrennen nicht ſchlechterdings reine Luft, ſondern nur überhaupt ein ſchickliches Auflöſungsmittel des Brennbaren erfordere.

Der ätzende Queckſilberſublimat und das Königswaſſer wirken gröſtentheils durch eine wahre dephlogiſtiſirte Salzſäure. So greift der Sublimat die Metalle an, von denen ein Theil ihres Brennbaren mit dem Queckſilberkalke (der es ungemein ſtark anzieht) verbunden wird, und ein wieder hergeſtelltes Queckſilber bildet. Auch etwas zerriebener Braunſtein in gemeinem Salzgeiſt aufgelöſet, thut in manchen Fällen die Dienſte einer dephlogiſtiſirten Salzſäure.

Leonhardi Zuſ. zu **Macquer** chym. Wörterb. Art. Salzſäure, dephlogiſtiſirte.

Gren ſyſtemat. Handbuch der Chemie, Th. I. §. 990 u. f.

Salzſaure Luft, ſ. Gas, ſalzſaures.

Salzprobe, Salzſpindel, Salzwage, ſ. Aräometer.

Sand, Arena, *Sable*. Mit dieſem Namen belegt man alle Arten von Steinen, die in ſehr kleine Theile zertrennt ſind, und angehäuft bey einander liegen. Es giebt alſo ſoviel Arten von Sand, als Arten von Steinen, und noch mehrere, die aus Gemengen von mehrern verſchiedenen Steinarten beſtehen. Man hat kalkartigen, kieſichten, glimmerartigen, thonichten Sand, Muſchelſand aus Trümmern von Schalthieren, metallhaltigen Sand u. ſ. w. In der Chymie wird unter dieſem Namen gewöhnlich der Sand der härtern oder kieſelartigen Steine verſtanden, welcher ſich länger in größern Theilen oder Körnern erhält, da hingegen die mürben Steine nach und nach in ſo kleine Theile zerfallen, daß ihre Anhäufungen mehr der Erde oder dem Staube, als dem Sande, gleichen.

Man findet auf der Oberfläche der Erde und beym Graben in gewiſſen Tiefen überall ganze Schichten oder La-

ger von Sand, welche durch Bodenſätze des ehemals über dieſen Orten geſtandenen Meeres entſtanden zu ſeyn ſcheinen, und in den Flötzgebirgen mit Schichten von andern Materien abwechſeln. Die auf der Oberfläche vom Meere zurückgelaſſenen Sandmengen ſind an manchen Orten durch den Wind und andere lokale Urſachen zu ganzen Hügeln aufgehäuft. Durch eindringende Feuchtigkeit und andere Bindungsmittel, ſ. **Verſteinerung, Cohäſion,** iſt der Sand in Schichten ſowohl, als in Hügeln, häufig in **Sandſtein** (lapis arenaceus, *Grés)* vereiniget, daher auch die aufgeſetzten Berge der dritten Ordnung, ſ. **Berge**, großentheils aus Sandſteinſchichten beſtehen. Dieſer Sandſtein, von dem man zum Bauen, Schleifen ꝛc. ſo häufigen Gebrauch macht, iſt nach Beſchaffenheit des Sandes, aus dem er entſtand, von verſchiedner Art. Es giebt vollkommen glasachtige Sandſteine von mancherley Graden der Härte und Feinheit des Korns; man hat aber auch kalkartige, oder doch durch Kalkerde verbundene, die mit den Säuren brauſen.

Der noch lockere unverbundene Sand findet ſich ebenfalls mit ſehr verſchiedner Feinheit der Körner, in und auf der Erde, auf dem Boden und an den Ufern der Flüße und des Meeres, wo er durch die Wellen oder durch die Fluth häufig ausgeworfen und zurückgelaſſen wird. Der gröbere Sand oder uneigentlich ſogenannte Kies *(ſable pierreux)* beſteht aus abgerundeten Trümmern von Quarz, Kieſel, Feldſpath, Granit u. dgl. Den feinſten nennt man **Staubſand** (Glarea, *Sablon*) oder **Flugſand** (*Sable volant*). Auf dem Boden der Flüße iſt er oft ſo fein, daß das Waſſer mit ihm eine breyartige Maſſe, den Triebſand, bildet, der den Badenden ſo gefährlich iſt, weil es unmöglich fällt, darinn feſten Fuß zu faſſen. Von eben dieſer Art iſt auf dem Troknen der feine und brennend heiſſe Sand in Nordamerika, ingleichen in Syrien und den arabiſchen Wüſten, in welchen nach den Nachrichten einiger Schriftſteller ganze Caravanen untergegangen ſeyn ſollen. An den Ufern des Meeres häufen Wellen und Winde den feinen Sand zu anſehnlichen Hügeln auf, welche **Dünen** genannt werden.

Aus dem Sande des Meeres bilden die Ströme und Wellen die **Sandbänke**, an welchen die Schiffe ſtranden.

Man gebraucht den Sand vornehmlich bey ſolchen chymiſchen Arbeiten, wo es nöthig iſt, der Wirkſamkeit gewiſſer Materien viel Oberfläche, oder was eben ſoviel iſt, eine Menge von Berührungspunkten darzubieten. In dieſer Abſicht wird er zu Bereitung des Mörtels mit gelöſchtem Kalk, zu Verfertigung des Glaſes mit Aſche oder fixen Laugenſalzen, zum Ziegelbrennen und zu Bereitung der Fayence mit Leimen oder Thon vermiſcht. Auſſerdem dient der feine Sand, um Gefäße darinn zu erhitzen, welche Art, die Hitze anzubringen, das **Sandbad** genannt wird, zu Formen bey Gußwerken, wozu er mit Waſſer und Eſſig eingerührt wird, zu Austroknung und Abhaltung der Luft von Pflanzen, die man aufbewahren will, zu Verbeſſerung des ſumpfigen und torfigen Bodens, zum Scheuren und Reinigen der Oberflächen der Körper u. ſ. w.

Macquer chym. Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Sand. *Sigaud de la Fond* Dict. de phyſique art. *Sable*.

Satelliten, ſ. **Nebenplaneten**.

Saturn, Saturnus, *Saturne*. Dies iſt der Name eines von den ſechs Sternen, welche ihre Stelle unter den Fixſternen täglich ändern, und deswegen Irrſterne oder Planeten heiſſen, ſ. **Planeten**. Saturn zeigt ſich als ein ziemlich kenntlicher Stern mit einem bleichen, etwas ins röthliche ſpielenden, Lichte, das an Stärke, ſelbſt wenn er der Sonne gegenüber ſteht, und am hellſten ſcheint, die Fixſterne erſter Größe nur wenig übertrift. Unter den übrigen Sternen rückt er von Abend gegen Morgen ſo fort, daß er, wenn er bey der Sonne ſteht, am ſchnellſten geht, wenn er aber derſelben faſt gegenüber geſehen wird, ſtillſteht, und dann auf 130 Tage lang zurückgeht. Mit dieſen Abwechſelungen ſeines ſcheinbaren Laufs vollendet er den Umlauf um den ganzen Himmel erſt in ohngefähr dreyßig Jahren. Seine wahre Bewegung aber iſt hievon ſehr unterſchieden.

Nach den Lehren der theoriſchen Aſtronomie gehört Saturn zu den obern Planeten, deren Bahnen um die Sonne die Erdbahn umſchließen. Er iſt in der Ordnung, von der Sonne aus gerechnet, der ſechſte Planet, und war noch vor kurzem der letzte oder äuſſerſte bekannte im Sonnenſyſtem, bis Herſchel den noch entferntern Uranus entdekte. Seine Bahn um die Sonne iſt elliptiſch, und ihre Ebne macht mit der Ebne der Erdbahn einen Winkel von 2° 30′ 20″.

Die Eccentricität der Saturnsbahn iſt nicht ſehr beträchtlich. Sein gröſter Abſtand von der Sonne verhält ſich zum kleinſten faſt, wie 10 zu 9. Im mittlern Abſtande iſt er von der Sonne 9,54mal weiter, als die Erde, entfernt. Man kan ſich alſo ſeine Bahn ohne merklichen Fehler als einen Kreis um die Sonne vorſtellen, deſſen Halbmeſſer 9½mal gröſſer iſt, als der Halbmeſſer der Erdbahn.

Dieſe Bahn durchläuft Saturn in 10749 Tagen 7 St. 21 Min. 50 Sec. oder in ohngefähr 29 gemeinen Jahren, 164⅓ Tagen, ſo, daß er im Durchſchnitte jährlich 12° 13′ 32″ und täglich 2′ 0″ 35‴ ſeines Kreiſes zurücklegt. Vergleicht man hiemit die Größe dieſes Kreiſes, ſo läſt ſich berechnen, daß er in jeder Zeitſecunde 2¼ Stunden Weges durchläuft.

Vermuthlich dreht ſich dieſer Planet auch um ſeine Axe, ob man gleich wegen ſeiner großen Entfernung von uns noch keine Flecken auf ihm hat wahrnehmen können, aus deren Bewegung ſich dieſe Umdrehung erweiſen und ihre Geſchwindigkeit beſtimmen ließe.

Saturn zeigt das beſondere Phänomen, daß ihn ein breiter von ſeiner Kugel ganz abgeſonderter Ring oder Reif umgiebt, von welchem der folgende Artikel umſtändlicher handelt. Der Durchmeſſer dieſes Rings iſt von dem ſcheinbaren Durchmeſſer der Saturnskugel ſelbſt zu unterſcheiden. Der letztere zeigt ſich uns allemal ſehr klein, und beträgt in der Erdnähe, wenn der Planet der Sonne gegen über ſteht, faſt 20″, in den mittlern Weiten nur 18″. In derjenigen Entfernung, in welcher ſich die Erde von der Sonne befindet, würde er 9,54mal gröſſer, mithin unter einem Winkel

von 2′ 51″,7 erſcheinen. Da nun in eben dieſer Weite der Durchmeſſer der Sonne 31′ 57″, d. i. faſt 11⅛mal, gröſſer erſcheint, ſo folgt, daß Saturn im Durchmeſſer faſt 11⅛mal kleiner, als die Sonne, mithin über 10mal (genauer 10,1 mal) gröſſer, als die Erde, ſey.

Sein körperlicher Raum iſt demnach 1030mal ſo groß, als der Inbegrif der Erdkugel. Durch die beym Worte **Gravitation** erklärten Schlüße findet man, daß Körper in gleicher Entfernung 107mal ſtärker gegen den Saturn gravitiren, als gegen die Erde, und daß er alſo 107mal mehr Maſſe, als die letztere, hat. Mithin iſt ſeine Dichte nur $\frac{107}{1030}$ oder etwas über $\frac{1}{10}$ von der Dichtigkeit der Erde, und die ſchweren Körper fallen auf ſeiner Oberfläche in einer Secunde durch $\frac{107}{10{,}1^2} \cdot 15$, d. i. ohngefähr durch 15,73 Fuß. Es ſind aber dieſe Beſtimmungen aus der Gravitation der Saturnsmonden gezogen, welche ohne Zweifel nicht allein gegen die Kugel des Planeten, ſondern auch gegen die Maſſe des Ringes, ſchwer ſind; daher man den Reſultaten keine große Zuverläßigkeit beylegen kan.

Theilt man den mittlern Abſtand der Erde von der Sonne (welcher etwa 12000 Erddurchmeſſern gleich iſt) in 1000 Theile, ſo iſt Saturn in der Sonnennähe um 9007, und in der Sonnenferne um 10071 ſolcher Theile von der Sonne entfernt. Sein kleinſter Abſtand von uns, wenn er der Sonne entgegengeſetzt und zugleich in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne iſt, kan 9007 — 1017 = 7990 ſolcher Theile; ſein gröſter Abſtand hingegen, wenn er bey der Sonne geſehen wird, und in der Sonnenferne die Erde aber auch in der Sonnenferne iſt, kan 10071 + 1017 = 11088 Theile betragen. Saturns kleinſten Abſtand von uns verhält ſich alſo zum gröſten faſt, wie 8 zu 11, daher ſich auch ſein ſcheinbarer Durchmeſſer nur wenig ändert.

Sein mittlerer Abſtand macht 9539 Theile, oder 114468 Erddurchmeſſer aus.

Da Saturn von auſſen um die ganze Erdbahn umläuft, alſo nie zwiſchen Sonne und Erde kömmt, auch alle-

zeit faſt zehnmal weiter von uns abſteht als die Sonne, ſo wendet er niemals einen Theil ſeiner dunkeln Seite gegen uns, und man kan an ſeiner Scheibe kein Ab- und Zunehmen bemerken. Dennoch beweiſen andere Erſcheinungen, z. B. die Verfinſterungen ſeiner Monden, und der auf ihm ſichtbare Schatten des Ringes, daß er an ſich ein dunkler Körper ſey, und blos von der Sonne erleuchtet werde.

Den Saturn begleiten fünf (nach Herſchels neuſter Entdeckung ſieben) kleine um ihn laufende Sterne, welche ſeine **Trabanten** oder **Monden** genannt werden, ſ. **Nebenplaneten** (und von den neuentdeckten den Art. **Saturnsmonden**).

Von Flecken auf ſeiner Oberfläche hat man wegen ſeiner Entfernung und ſeines blaſſen Lichts bis jetzt noch keine zuverläßigen Beobachtungen. **Meſſier** (Mém. de Paris 1777.) nahm 1776 einen dunkeln Streifen auf derſelben wahr.

Die Aſtronomen bezeichnen dieſen Planeten mit ♄.

Bode Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, Berlin, 1778. 8. an mehrern Stellen.

Saturnsmonden, Saturnstrabanten, Satellites Saturni, *Satellites de Saturne.*

Ich habe bereits in dem Artikel **Nebenplaneten** von den fünf bisher bekannten Begleitern des Saturns das Nöthige beygebracht. Aber eine Entdeckung, die erſt ſeit dem Abdrucke jenes Artikels bekannt worden iſt, veranlaſſet hier noch folgenden Zuſatz.

Es hat Herr **Herſchel** durch ſein 40ſchuhiges Spiegelteleſkop, auſſer den fünf bekannten, am 28 Auguſt 1789 noch einen **ſechſten**, und am 17 September darauf einen ſiebenten Saturnsmond geſehen. Dieſe beyden ſtehen zunächſt am Saturn, und werden alſo nunmehr, in der gewöhnlichen Ordnung gezählt, der erſte und zweyte. Die Umlaufszeit des erſten hat er auf 23 Stunden 45 Min., die des zweyten auf 32 Stunden 50 Min. beſtimmt.

Gothaiſche gelehrte Zeitungen 103 Stück vom 26 Dec. 1789. aus einem Briefe des Herrn Grafen von Brühl vom 6 Nov. 1789.

Saturnsring, Annulus Saturni, *Anneau de Saturne.* Dieſe beſondere und in ihrer Art einzige Erſcheinung beſteht darinn, daß man den Saturn von einem dünnen flachen Ringe umgeben ſieht, der nirgends mit der Kugel des Planeten zuſammenhängt, und gegen die Ekliptik ſtark geneigt iſt. Taf. XXI. Fig. 123. zeigt ohngefähr, wie ſich dieſes Phänomen zu der Zeit darſtellt, wenn Saturn von der Erde aus in den Zeichen der Zwillinge und des Schützen geſehen wird. In den Zeichen der Jungfrau und der Fiſche verſchwindet die Erſcheinung, welches alle 15 Jahre einmal geſchehen muß, weil Saturn in dieſem Zeitraume gerade 180 Grad oder 6 Zeichen weit fortgehrt, mithin allemal aus einem dieſer Zeichen in das andere kömmt.

Ohne Fernröhre würde man hievon gar keine Kenntniß haben, weil der Ring viel zu klein iſt, um vom bloßen Auge bemerkt zu werden. Aber ſchon 1610, gleich nach Erfindung des Fernrohrs, bemerkte **Galilei** (Epiſtolae de iis, quae poſt edit. nuncii ſiderii ope perſpicilli nova et admiranda in coelo deprehenſa ſunt, praemiſſae Dioptricae *Kepleri.* Aug. Vind. 1611. 4.) die wunderbare Geſtalt des Saturns, die er **dreyfach** nennt (apparuit *tergeminus* vel *tricorporeus*, figura oblonga, ut utrique lateri duo comites adhaerere viderentur); weil er aber nachher, als der Ring verſchwunden war, den Saturn völlig rund erblickte, verfolgte er dieſe Beobachtung nicht weiter. **Gaſſendi** ſahe 1640 dieſe Erſcheinung wieder. Noch mehr Beobachtungen hievon führt **Riccioli** (Almag. nov. p. 487. Aſtron. reformata L. X. cap. 9.) an; er ſelbſt und **Grimaldi** ſahen den Saturn gleichſam mit Henkeln verſehen (anſis inſtructum). **Hevel** (Diſſ. de nativa Saturni facie. Gedan. 1656. fol.), der ſich weit längerer Fernröhre bediente, beobachtete die ganze Erſcheinung und ihre 15jährige periodiſche Abwechſelnng genauer, ſetzte auch verſchiedene Phaſen mit beſondern Namen feſt, ohne jedoch die Urſache derſelben erklären zu können.

Endlich fand **Huygens**, der um das Jahr 1655 den Saturn mit Fernröhren von 12 bis 23 Fuß Länge betrachtete,

daß ſich alles erklären laſſe, wenn man einen breiten mitten um die Kugel des Saturns in einem gewiſſen Abſtande concentriſch herumgehenden Ring annehme, der eine beſtändig parallele Richtung nach einerley Gegend des Himmels hinaus behalte, und von der Sonne erleuchtet werde. Er erklärt hieraus alle Erſcheinungen des Saturns mit ihren Abwechſelungen (Syſtema Saturnium in *Chr. Hugenii* Opp. To. III. ingl. Coſmotheor. L. II. §. 17.), und die Beobachtungen aller neuern Aſtronomen haben dieſe Erklärung vollkommen beſtätiget und noch genauer beſtimmt. **Maraldi** (Mém. de Paris 1715. 1716.) hat viele Beobachtungen dieſes Saturnsrings angeſtellt, und **Heinſius** (De apparentiis annuli Saturni. Lipſ. 1745. 4.) giebt eine Theorie ſeiner Erſcheinungen.

Man ſieht den Ring des Saturns ſchon durch mittelmäßige Fernröhre, und die gemeinen von 12 Fuß oder gleichviel vergrößernde achromatiſche und Spiegelteleſkope ſtellen ihn ſehr deutlich dar. Seine Geſtalt iſt mehrentheils elliptiſch, weil wir ſchief gegen die Ebne ſeiner Oberfläche ſehen, und ſein Durchmeſſer verhält ſich zum Durchmeſſer der Saturnskugel wie 7 zu 3, daher er zur Zeit der Erdnähe des Saturns unter einem Winkel von 46″ erſcheint, und alsdann, wenn er in einer vortheilhaften Lage zu Geſicht kömmt, dem Planeten ſelbſt das Anſehen eines hellern Sternes giebt. Der Abſtand des Ringes vom Planeten iſt ohngefähr ſeiner Breite gleich.

Man erblickt zuweilen den Saturn völlig rund und ohne Ring, wie in den Jahren 1745, 1759, 1774, 1789; einige Zeit nachher zeigt ſich der Ring, als eine gerade Linie zu beyden Seiten des Planeten, wie Taf. XXI. Fig. 124. Dieſe Linie wird immer breiter; endlich öfnet ſie ſich und bildet ein Paar Handhaben, welche nach 7½ Jahren am weitſten offen ſind, und gerade die Kugel des Saturns, wie bey Fig. 123, umfaſſen. Sie werden darauf wieder enger, und 15 Jahr nach der erſten Erſcheinung verſchwindet der Ring wieder. Er wird alsdann von neuem ſichtbar, wendet ſich aber auf die andere Seite, wo er wieder nach 7½ Jahren am meiſten geöfnet iſt, und nach 29½ Jahren von der erſten Er-

ſcheinung an wiederum verſchwindet. Während dieſer $29\frac{1}{2}$ Jahre iſt Saturn gerade einmal um den ganzen Himmel gegangen, und bey ſeinem folgenden Umlaufe kommen dieſe Erſcheinungen in eben derſelben Ordnung wieder.

Dieſe Abwechſelungen erklären ſich ſehr leicht daraus, daß ſich die Fläche des Ringes unter einem beſtändigen Winkel von etwa $31\frac{1}{2}^{\circ}$ gegen die Fläche der Ekliptik neiget, und ihre am weitſten von der Ekliptik abſtehenden Theile gegen 17° ♊ und 17° ♐ kehret, wogegen ihre Durchſchnittspunkte mit der Ekliptik oder ihre **Knoten**, im 17° ♓ und 17° ♍ liegen. Könnten wir den Ring aus ſeinen Polen betrachten, ſo würde er die Scheibe des Saturns, als ein völlig kreisrunder concentriſcher Ring, umgeben. Da aber die Erde immer in der Ebne der Ekliptik bleibt, und nie in dieſe Pole kömmt, ſo muß uns der Ring in den meiſten Stellungen, als eine Ellipſe, erſcheinen. Wenn wir den Saturn in den Zeichen ♐ und ♊ ſehen (alſo die Erde vom Saturn aus geſehen, in ♊ und ♐ ſteht), befinden wir uns an den Stellen, welche von der Fläche des Ringes unter allen am meiſten abſtehen, alsdann fällt uns mehr von dieſer Fläche in die Augen, und ſie bildet eine weit geöfnete Ellipſe, deren große Axe AB (Fig. 123.) ſich zur kleinen CD, wie 1 : ſin $31\frac{1}{2}^{\circ}$, d. i. faſt wie 1 : $\frac{1}{2}$ verhält, daher CD ein wenig größer, als Saturns Durchmeſſer, ſeyn, oder der Ring die Kugel des Planeten ganz umfaſſen muß. In dieſer Stellung ſieht man zwiſchen dem Planeten und ſeinem Ringe hindurch, er erſcheint **gehenkelt** (anſatus), und es iſt möglich, durch die Oefnungen der Henkel Fixſterne zu ſehen.

Steht aber Saturn in den Zeichen ♓ und ♍ (alſo die Erde von ihm aus geſehen, in ♍ nnd ♓), ſo befindet ſich unſer Auge in der verlängerten Fläche des Ringes ſelbſt. Man ſieht alſo vom Ringe nur die ſchmale Kante, wie Fig. 124. Zu eben der Zeit erleuchtet auch die Sonne (welche vom Saturn aus faſt nach eben der Gegend, wie die Erde, geſehen wird) den Ring nur der Dicke nach; er iſt aber zu dünn, um alsdann noch von uns geſehen zu werden, und muß alſo in dieſen Zeichen verſchwinden.

Zieht man hiebey in Betrachtung, daß doch Sonne und Erde aus dem Saturn nicht völlig an einerley Orte geſehen werden, ſo kan es drey Urſachen geben, welche den Ring für uns unſichtbar machen: 1.) wenn die verlängerte Fläche des Rings durch die Sonne geht, wobey nur die dünne Kante erleuchtet wird, 2.) wenn dieſe Fläche zwiſchen der Sonne und Erde hindurchgeht, wobey uns der Ring ſeine dunkle, von der Sonne abgewendete Seite zukehrt, 3.) wenn eben dieſe Fläche durch die Erde geht, wobey nur die dünne Kante geſehen wird. Die Umſtände 1.) und 3.) treffen nicht völlig zu gleicher Zeit ein, allemal aber kurz vor oder nach einander. Daher kan es Jahre geben, in welchen der Ring wechſelsweiſe ſichtbar und unſichtbar wird, weil die Erde, wenn ſie der Fläche des Ringes nahe ſteht, bey ihrem Umlaufe um die Sonne zweymal durch dieſe Fläche gehen müſte, ſo daß ſie 6 Monate lang die dunkle, und 6 Monate die erleuchtete Seite des Rings ſehen würde, wenn Saturn auf dieſer Stelle unbeweglich ſtehen bliebe. Solche Abwechſelungen des Verſchwindens und Wiedererſcheinens ſahe man in den Jahren 1760 und 1775 (ſ. *Heinſius* Progr. De phaſi rotunda Saturni, quae a. 1760 rediit, und die Beobachtungen in den berliner Ephemeriden für 1777.); auch war gegen das Ende des J. 1789 der Ring wieder unſichtbar, und den meiſten Beobachtern ſchon im October verſchwunden, ob ihn gleich Herſchel mit dem 40ſchuhigen Teleſkop noch im Anfange des Novembers, als einen ſchmalen Strich, geſehen hat. Auf dieſe Erſcheinungen ſowohl, als auf die Oefnung der Ellipſe des Rings hat auch die Breite des Saturns Einfluß.

Dieſer Ring iſt ein bewundernswürdiges Phänomen, das in dem ganzen Umfange der Aſtronomie nichts ihm ähnliches hat. Daß er ein feſter, dunkler und blos von der Sonne erleuchteter Körper ſey, beweiſt der Schatten, den er auf die Saturnsſcheibe wirft, und überdies ſein Verſchwinden, wenn er uns die von der Sonne abgewendete Seite zukehrt. Die Größe dieſes Ringes, der den Saturn freyſchwebend umgiebt, iſt ſehr beträchtlich. Er hat

über 23½ Erddurchmeſſer im Durchſchnitt, und ſeine Breite macht 6⅔ Erddurchmeſſer aus. Seine Dicke hingegen iſt gering, und wegen ſeiner großen Entfernung nicht zu erkennen. Seine Materie iſt ohne allen Zweifel gegen den Saturn ſchwer, und hält ſich vermöge dieſer Schwere, bey ihrer runden Geſtalt oder Wölbung, auf allen Seiten im Gleichgewichte. Sie würde auf die Kugel des Planeten herabſtürzen, wenn die Wölbung irgendwo unterbrochen würde.

Einige wollen bemerkt haben, daß der Ring nach innen oder gegen den Saturn zu heller ſey, auch daß ſich auf ſeiner Fläche Streifen zeigten, als ob er aus mehrern concentriſchen Kreiſen beſtünde. **Meſſier** (Mém. de l'acad. roy. de Pruſſe 1776. p. 323 ſq.) ſahe 1774 auf ihm leuchtende Tüpfelchen.

Caſſini (Mém. de Paris 1715.) hielt dieſen Ring für eine aus lauter Monden oder Trabanten zuſammengeſetzte Krone; **Whiſton** (Praelect. aſtr.) für Dünſte, die aus dem Saturn ſelbſt aufſteigen; **Maupertuis** (Sur les differentes figures des aſtres, §. VIII.) vermuthet, er beſtehe aus Dämpfen, die Saturn dem Schweiſe irgend eines bey ihm vorübergegangnen Kometen entriſſen habe, ſo wie er auch ſeine Monden von Kometen erobert haben ſoll. Aber das Licht, das der Ring zurückwirft, iſt weit lebhafter, als das Licht der Kometenſchweiſe, und die Phänomene ſcheinen eher einer feſten dunklen Maſſe, als einem Dampfe, zuzukommen. Ueberhaupt läßt ſich von dem Urſprunge und der Beſtimmung dieſes ſonderbaren Körpers nicht das mindeſte mit einiger Wahrſcheinlichkeit beſtimmen.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. Erſter Theil. §. 443 u. f.

Sauerbrunnen, Sauerwaſſer, ſ. Geſundbrunnen.

Saugen, Suctio, *Suction*, *Succion.* Wenn man in einem holen Canale einen Körper, der an die Wände deſſelben feſt anſchließt, fortzieht oder fortdrückt, ſo daß der

Raum zwiſchen dieſem Körper und dem Ende des Canals größer wird, ſo treibt der Druck des Luftkreiſes alle Materien, beſonders flüßige, die mit dem erwähnten Raume Gemeinſchaft haben, durch jede Oefnung nach allen Richtungen in denſelben, bis er ganz erfüllt iſt, und man kan dadurch flüßige Körper nicht nur ſeitwärts, ſondern auch aufwärts in dieſen Raum bringen. Dieſe Wirkung heißt das Saugen.

So wird Taf. XIV. Fig. 8. das Waſſer aus dem Gefäße CBD in die Röhre AG aufſteigen, wenn man den feſt anſchließenden Kolben EH bis F aufzieht. Man ſagt alsdann, der Kolben ſauge; es iſt aber nicht der Kolben, der das Waſſer nach ſich zieht, ſondern der Druck der über CE und HD liegenden Luft treibt die Waſſerfläche EH in die Höhe, weil über ihr bis F ein luftleerer Raum iſt, in dem keine gleich elaſtiſche Luft jenem Drucke entgegen wirkt. Wenn man mit dem Munde ſaugt, ſo bilden Lippen und Gaumen den Canal, und die feſt anſchließende Zunge den Kolben u. ſ. w. Das ganze Phänomen iſt ſchon beym Worte Luftkreis (oben S. 43 u. ſ.) erklärt, wo auch die vormaligen falſchen Erklärungen erwähnt werden.

Eben ſo wird bey dem Einathmen durch Erweiterung oder Vergrößerung des Raums in der Bruſthöle und den Lungen die innere Luft verdünnt, und die dichtere äuſſere Luft durch das Uebergewicht ihrer Elaſticität hineingetrieben. Wenn man mit dem Munde durch ein langes Rohr ſauget, wird der Canal, den Lippen und Gaumen bilden, durch das Rohr verlängert; das Zurückziehen der Zunge verdünnt die Luft in demſelben, und ſo treibt die äuſſere elaſtiſchere Luft das Waſſer durch das Ende des Rohrs hinein.

Dieſes Saugen geſchieht alſo nicht durch eine anziehende Kraft des Mundes, des Kolbens u. ſ. w., wie die gemeine Redensart **Einziehen** anzudeuten ſcheint, ſondern blos durch den Druck der Luft. Im luftleeren Raume fällt alles Saugen weg, und ſelbſt in der Atmoſphäre hört es auf, ſobald der Gegendruck, den die eingeſogne Materie durch ihre Schwere ausübt, dem Drucke der äuſſern Luft gleich wird. Daher kan Waſſer durch Saugen nicht viel

über 30 Fuß, Queckſilber nicht viel über 26 — 27 Zoll ſenkrechter Höhe gehoben werden, ſ. Luftkreis.

Oft aber füllen ſich auch enge Canäle und Zwiſchenräume feſter Körper von ſelbſt mit flüßigen Materien an, mit denen ſie in Berührung kommen, durch eine Wirkung der Anziehung, ſ. Adhäſion, Haarröhren. Auch dies nennt man Saugen, aber in einer andern Bedeutung des Worts. So erfolgt das Saugen der Schwämme und des Löſchpapiers, der feinen Gefäße in den Pflanzen und thieriſchen Körpern. Man könnte das letztere, unter dem Namen des chymiſchen Einſaugens, von jenem mechaniſchen oder pnevmatiſchen Saugen, welches durch den Druck der Luft erfolgt, und einen Kolben vorausſetzt, unterſcheiden.

Saugwerk, Saugpumpe, Antlia ſuctoria, *Pompe aſpirante.* Eine Pumpe, in welcher das Waſſer beym Aufziehen des Kolbens durch den Druck des Luftkreiſes gehoben wird, ſ. Pumpe, Saugen.

Die gemeine Waſſerpumpe, Taf. XIX. Fig. 94. verwandlet ſich ſchon in ein Saugwerk, ſobald ihr Kolben EF über die Waſſerfläche AB aufſteigt. Denn wenn ihm alsdann das Waſſer nachfolgt, ſo geſchieht dies nicht mehr durch den Druck der äuſſern Waſſerſäulen, der es nur bis AB heben kan, ſondern es wird durch den Druck des Luftkreiſes auf dieſe Säulen bewirkt.

Wenn man aber einmal das Saugen oder den Druck der Luft bey einer Pumpe brauchen will, ſo kan man ihr eine weit vortheilhaftere Einrichtung geben. Es iſt dabey gar nicht nöthig, den Kolben bis an die Waſſerfläche herabzuſtoßen und da überhaupt das Spiel des Kolbens gewöhnlich die Höhe von 3 — 4 Fuß nicht überſchreitet, ſo wählt man bey der Saugpumpe lieber die Taf. XXI. Fig. 125. vorgeſtellte Anordnung.

Die Pumpe wird aus zwo Röhren GCDH und CDKI zuſammengeſetzt, wovon die obere weiter iſt, als die untere. Beyde Röhren ſind da, wo ſie an einander geſetzt werden, mit einem Rande CD umgeben; zwiſchen beyde Ränder wird ein lederner Ring gelegt, und man ſchraubt

ſie alsdann mit vier Schrauben feſt an einander. Die untere engere Röhre, welche bis ins Waſſer hinabgeht, heißt das Saugrohr, oder bey den Kunſtgezeugen im Bergbau der Anſteckelkiel; die obere behält den Namen des Stiefels. Soll die Pumpe reines Waſſer geben, ſo wird unten im Saugrohre bey I K ein mit Löchern durchſtochenes Blech, der Seiher, angebracht. Der Stiefel iſt unten bey b, ſo wie auch der durchlöcherte Kolben bey a, mit einer Klappe oder einem Ventile verſehen, ſ. Pumpe. Wenn das Saugrohr bis A B unter Waſſer ſteht, ſo darf die ſenkrechte Höhe des Ventils b über A B höchſtens nur 28 Fuß betragen, damit der Luftkreis das Waſſer noch einige Fuß über das Ventil b hinauftreiben könne.

Steht nun der Kolben in ſeiner niedrigſten Stelle in unmittelbarer Berührung mit dem Ventile b, und wird von da aus etwa 4 Fuß hoch aufgezogen, ſo ſtößt die Federkraft der im Saugrohre befindlichen Luft das Ventil b auf, und verbreitet ſich durch den ganzen Raum, der durch Aufziehen des Kolbens entſtanden iſt. Hiedurch wird ihre Federkraft vermindert; ſie drückt weniger gegen die Waſſerfläche im Saugrohre, daher treibt die äuſſere Luft durch I K ſo viel Waſſer hinein, bis das Gewicht der eingetretenen Waſſerſäule mit dem Drucke der eingeſchloßenen Luft zuſammen dem Drucke des Luftkreiſes gleich iſt. Wird nun der Kolben wieder heruntergetrieben, ſo drückt er die Luft aus dem Stiefel gegen das Saugrohr; dieſe ſchließt aber das Ventil b, öfnet ſich hingegen das Kolbenventil a, und tritt durch daſſelbe über den Kolben hinauf. Beym zweyten Kolbenzuge geſchieht eben das wieder; ein Theil Luft tritt aus dem Saugrohre in den Stiefel, und der Luftkreis preßt dafür mehr Waſſer in das Saugrohr hinein. Wird alſo das Spiel des Kolbens fortgeſetzt, ſo muß bey jedem neuen Hub das Waſſer im Saugrohre höher ſteigen, und endlich durch das Ventil b in den Stiefel treten, wo es denn weiter durch den Kolben, wie bey der gemeinen Waſſerpumpe, bis zum Gußrohre G gehoben wird.

Bey der vollkommenſten Einrichtung einer Saugpumpe wird vorausgeſetzt, daß der Kolben in ſeinem tiefſten

Stande unmittelbar an den Boden des Stiefels und das Ventil b anſchließe. Geſchieht dies nicht, ſo bleibt in dem Zwiſchenraume zwiſchen beyden etwas Luft, die durch ihren Druck dem im Saugrohre aufſteigenden Waſſer deſto mehr hinderlich wird, je größer dieſer Zwiſchenraum iſt. Daher heißt derſelbe, wie bey den Luftpumpen, der ſchädliche Raum. Man könnte das Ventil b in den Boden oder in die Mitte des Saugrohrs legen, und es giebt ſehr viele Pumpen, wo es in der That ſo angebracht iſt. Aber dadurch wird der ſchädliche Raum zwiſchen Kolben und Ventil ungemein vergrößert, und ſolche Pumpen heben das Waſſer nicht ſo leicht und ſchnell, als die, welche das Ventil im Boden des Stiefels haben. Dieſer Raum verurſacht allemal, daß die Atmoſphäre das Waſſer nicht völlig 32 Fuß hoch heben kan, und ſein Einfluß kan bey übel angelegten Pumpen ſo weit gehen, daß das Waſſer gar nicht bis in den Stiefel kommen kan.

Parent (Recherches de Phyſique et de Math. Paris, 1700.) entwarf zuerſt eine Theorie der Saugwerke mit Betrachtung des ſchädlichen Raums in acht Aufgaben, ohne die Beweiſe ſeiner Auflöſungen beyzufügen. **Belidor** (Architect. hydraul. L. III. chap. 3. §. 919 — 926.) entwickelt die Theorie, worauf dieſe Auflöſungen beruhen. Auch **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. natur. To. II. §. 2125 ſqq.) giebt eine Theorie, die **Karſten** nebſt der belidoriſchen vorträgt, und einige Fehler ſeiner Vorgänger berichtiget. Der Einfluß des ſchädlichen Raums dauert indeß nur ſo lang, bis das Waſſer den Kolben wirklich erreicht hat. Iſt dies einmal geſchehen, ſo giebt hiernächſt die Pumpe auf jeden Zug ſoviel Waſſer, als den körperlichen Raum des Kolbenzugs gerade ausfüllt, wofern nur nicht der Kolben ſchneller ſteigt, als das Waſſer nachfolgen kan, woraus wiederum neue Unterſuchungen über die vortheilhafteſte Geſchwindigkeit der Kolbenzüge entſtehen.

Da hiebey der Kolben nur im Heraufſteigen Waſſer hebt, im Abſteigen aber blos das gehobne Waſſer durch ſeine Klappe gehen läſt, und alſo einen Stillſtand veranlaſſet, ſo pflegt man gern die Kolben zweyer Saugwerke ſo

mit einander zu verbinden, daß der eine ſteigt, indem der andere ſinkt. Dadurch entſteht ein doppeltes Saugwerk, und man kan die Einrichtung leicht ſo machen, daß die Gußröhren beyder Stiefel das Waſſer in einerley Behältniß ausgießen, welches dadurch einen ununterbrochnen Zufluß erhält.

Wenn das Gußrohr unmittelbar über dem höchſten Stande des Kolbens liegt, wie in der Figur bey G, ſo iſt die ganze Maſchine ein bloßes Saugwerk, und heißt in der Sprache des Bergbaus ein **niedriger Satz**. Durch einen ſolchen kan das Waſſer nie höher, als etwa 15 Ellen über ſeine natürliche Stelle erhoben werden.

Weil aber dieſe Höhe für die meiſten Abſichten zu gering iſt, ſo pflegt man auf den Stiefel GCDH, über GH noch ein **Aufſatzrohr** oder **Steigrohr** von ziemlicher Höhe zu ſetzen, an deſſen obern Ende erſt das Gußrohr angebracht wird. Dieſe Einrichtung heißt beym Bergbau ein **hoher Satz**. Sie hebt das Waſſer 39 bis 42 Ellen hoch, durch den Zug des Kolbens, und iſt alſo ſchon zu den vereinbarten Saug- und Druckwerken (Antlia ſuctoria ſimul et elevatoria) zu zählen. Will man noch mehr Höhe erreichen, ſo muß man mehrere ſolche Sätze über einander anbringen, wovon jeder aus einem doppelten Saugwerke mit Aufſatzrohre beſteht. Der untere Satz gießt das Waſſer in einen Behälter, woraus der folgende wieder 39 bis 42 Ellen hoch in einen zweyten, und der dritte eben ſo hoch in den dritten Behälter hebt. Durch ſolche überſetzte Kunſtgezeuge läſt ſich das Waſſer bis an 200 Lachter hoch aus der Tiefe herausheben. Die Kolbenſtangen, welche in jedem Satze durch das ganze Aufſatzrohr hindurchgehen, ſind durch **Krumſen** oder Armen an zween gemeinſchaftlichen **Schachtſtangen** befeſtiget, welche durch die ganze Tiefe des Kunſtſchachts hinabreichen, und oben an den beyden Enden eines in der Mitte befeſtigten Balkens, der **Wage**, hängen. Dieſe Wage wird durch irgend eine Kraft immerfort um den in der Mitte befindlichen Ruhepunkt hin und her gewendet, wobey ihre Enden abwechſelnd auf und abſteigen, und die daran hängenden Schachtſtangen, dieſe

aber die ſämtlichen Kolbenſtangen, mit ſich auf und ab führen. Die Kraft, welche das Kunſtgezeug treibt, iſt gewöhnlich ein Waſſerrad mit einer Kurbel, welches aber, wenn das umtreibende Waſſer entfernt iſt, mit der Wage, woran die Schachtſtangen hängen, durch Feldgeſtänge verbunden werden muß. Dieſe ſogenannten Stangenkünſte ſind von ungemeiner Brauchbarkeit, und ohngefähr um die Mitte des 16ten Jahrhunderts bekannt geworden. Man findet Beſchreibungen derſelben im Leupold (Theatr. machin. gener. Cap. XXIV. §. 613. S. 179.), Calvör (Acta hiſtorico-chronol.-mechanica circa metallurgiam in Hercynia ſuperiori, Th. I. Cap. II. Abth. 2. §. 3.) und im Bericht vom Bergbau (Freyberg, 1769. 4. nachher Leipzig, 1772. 4.).

Auch bey Waſſerkünſten, welche das Waſſer zu gewiſſen Höhen heben ſollen, um es durch Städte zu vertheilen, oder an beſtimmte Orte weiter zu führen, werden dieſe hohen Sätze mit Nutzen gebraucht. Die leipziger alte oder rothe Kunſt iſt beym Leupold (Theatr. mach. hydraulic. To. II. Tab. 18.) abgebildet und beſchrieben. Sie wird durch ein Waſſerrad mit dreyfacher Kurbel oder dreyfach gekröpften Haken getrieben. Jede Kröpfung treibt eine Stange auf und ab, die oben 30 Ellen hoch über dem Waſſer an einem Hebel hängt, deſſen Arme ſich, wie 9 : 7 verhalten. An den andern Enden der Hebel hängen die Kolbenſtangen, die wieder herab in die drey Pumpen gehen. Dieſe Pumpen beſtehen aus einem hohen hölzernen Aufſatzrohre, einem metallnen Stiefel, der 1 Elle hoch iſt, und einem kupfernen Saugrohre. Die drey Saugröhre vereinigen ſich in eine geſchloßne Ciſterne, aus der ein Leitrohr ins Waſſer geht. So heben dieſe Pumpen das Waſſer 61 leipz. Fuß hoch, und jede giebt auf einen Kolbenzug 42 Pfund Waſſer.

Dies ſind vereinbarte Saug- und Druckwerke, deren Kolben beym Aufſteigen zugleich ſaugen und heben, beym Herabgehen aber blos das Waſſer durch ihre Oefnung und Klappe durchlaſſen. Man kan aber auch Saug- und Druckwerke ſo vereinigen, wie es im erſten Theile dieſes Wörterbuchs Taf. VI. Fig. 102. vorſtellt, wo der Kolben beym

Aufſteigen nur ſaugt, beym Herabgehen aber das Waſſer durch die Gurgel und Klappe a in das Steigrohr drückt. Dieſe letztern Maſchinen heiſſen ganz eigentlich **vereinbarte Saug- und Druckwerke** (Antlia ſuctoria ſimul et compreſſoria, *Pompe aſpirante et foulante*), **Saug- und Appreſſionspumpen**, oder auch nur **Druckwerke**. Die Pumpen der groſſen Maſchine zu Marly ſind von dieſer Art, ſ. **Druckwerk**, und eben dieſe Einrichtung giebt man insgemein den doppelten Druckwerken der Feuerſpritzen.

Noch verdient hier folgende Erzählung aus Briſſon erwähnt zu werden. Im Jahre 1766 meldeten die Zeitungen, man habe zu Sevilla in Spanien die Entdeckung gemacht, das Waſſer laſſe ſich durch ein bloßes Saugwerk 60 Fuß hoch heben, es ſey alſo falſch, was man ſeit Galilei Zeiten glaube, daß der Druck der Luft nur eine Waſſerſäule von 32 Fuß Höhe trage. Die Geſchichte der Sache war dieſe. Ein unwiſſender Brunnenmeiſter in Sevilla brauchte eine Waſſerhöhe von 60 Fuß, und hatte dazu einen gewöhnlichen niedrigen Satz gebaut, aber mit einem Saugrohre von 60 Fuß Höhe verſehen. Als die Pumpe zu ſpielen anfieng, wollte kein Waſſer in den Stiefel kommen. Der Meiſter, aus Unwillen und Zorn, hieb mit dem Beile in das Saugrohr. Dadurch entſtand 10 Schuh über der Waſſerfläche ein kleines Loch, und, ſiehe da, das Waſſer trat nun augenblicklich in den Stiefel. Die Erklärung hievon iſt ganz leicht. Man ſetze Taf. XXI. Fig. 125. ſey das Saugrohr CIKD 60 Schuh hoch, ſo wird es ſich durch das Spiel der Pumpe 30—32 Schuh hoch mit Waſſer füllen, über dieſem Waſſer wird luftleerer Raum, oder vielmehr ſehr dünne Luft bleiben. Höher aber wird das Waſſer nicht ſteigen, weil es in dieſer Höhe ſchon den Druck des Luftkreiſes aufhebt. Nun öfne man ein Loch 10 Schuh hoch über AB, etwa bey h; ſo fällt das Waſſer unter h wieder bis AB zurück, über h aber ſteht noch 20—22 Schuh hoch Waſſer, das luftleeren Raum über ſich hat. Dieſes kan der durch h eindringenden Luft nicht mehr das Gleichgewicht halten. Wenn alſo das Saugrohr eng genug iſt, daß die Luft dieſes Waſſer nicht zertrennen und in Blaſen durch die

ganze 22 Schuh hohe Säule durchſteigen kan, ſo hebt ſie dieſe Säule. Und weil die Säule nie höher, als 22 Schuh, und in dem obern weitern Theile des Saugrohrs gar noch kürzer wird, ſo dauret dieſes Heben fort, bis die ganze Waſſerſäule in den Stiefel getrieben iſt, und ſich das Saugrohr von unten her durch h ganz mit Luft gefüllt hat. Die Sache erklärt ſich alſo ganz leicht, ohne die Theorie vom Luftkreiſe umzuſtoßen.

Man darf aber nicht glauben, daß dieſe Erfindung zu einer Saugpumpe brauchbar ſey. Es iſt wahr, wenn man das Loch h wieder verſchlöße, und aufs neue ſo lange pumpte, bis das Waſſer wiederum 32 Schuh hoch über A B ſtünde, und faſt alle Luft aus dem Saugrohre herausgezogen wäre, ſo würde die Wiedereröfnung von h das darüber befindliche Waſſer zum zweytenmale in den Stiefel treiben u. ſ. f. Aber wie lange würde jedesmal das vergebliche Pumpen dauren, da die Maſchine hiebey gerade, wie eine Luftpumpe, wirken muß? Und wie wenig Waſſer würde man jedesmal erhalten, da das Saugrohr ſo eng ſeyn muß, daß ſich Luft und Waſſer darinn nicht ausweichen? Denn ſobald ſich die Luft bey h den Weg durchs Waſſer frey macht, ſo kömmt blos Luft in den Stiefel, und das Waſſer des Saugrohrs fällt durch ſeine Schwere wieder nach A B zurück. **Briſſon** bemerkt hiebey, man müſſe die Sache erſt zweymal überlegen, wenn man gegen allgemein angenommene Naturgeſetze ſtreiten wolle.

Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathematik. Th. V. Hydraulik, XVII—XIX Abſchnitt.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſ. art. *Pompe aſpirante.*

Scale, Gradleiter, Scala, *Echelle.* So heißt jeder auf einem phyſikaliſchen oder mathematiſchen Werkzeuge angebrachte Maaßſtab, oder jede Theilung einer geraden Linie in gewiſſe gleiche oder ungleiche Theile, dergleichen in der Phyſik gewöhnlich den Namen der **Grade** führen, ſ. **Grade**. Die Größe der Grade und die Beſchaffenheit der Scale überhaupt hängt von der Natur und Abſicht des Werkzeugs, oft auch zum Theil von willkührlichen

Beſtimmungen ab. Beyſpiele hievon findet man bey den Worten Aräometer, Barometer, Hygrometer, Thermometer.

Um die Theile beſſer bemerken zu können, müſſen ihre Grenzen nicht mit Punkten, ſondern mit Strichen bezeichnet werden. Man zieht in dieſer Abſicht nicht blos eine einzige, ſondern zwo Linien, oder noch mehrere, mit einander parallel, theilt alle auf gleiche Art, und bemerkt die Grenzen der Abtheilungen mit rechtwinklichten Queerlinien. So wird das Ganze einer Leiter ähnlich; daher denn auch die Benennungen der Scalen ſowohl, als der Grade oder Stufen, entſtanden ſind.

Schall, Sonus, *Son.* Dieſen Namen geben wir gewiſſen Wirkungen, mit welchen bebende oder ſchwingende Bewegungen der Luft und anderer elaſtiſchen Körper begleitet ſind, und die wir durch den Sinn des Gehörs empfinden. Unſere Gehörorgane ſind überhaupt für nichts anders, als für Bewegungen empfindlich, welche durch die Luft oder andere elaſtiſche Körper bis zu ihnen fortgepflanzt werden. Wenn man alſo eine bloße Worterklärung ohne Erwähnung einer phyſiſchen Urſache geben will, ſo kan man auch ſagen, das Wort Schall bezeichne alles Hörbare.

Man kan den Schall auf dreyerley Art betrachten, in ſofern er 1.) durch die Bewegung eines Körpers erregt, 2.) durch die Luft oder andere Körper fortgepflanzt, und 3.) durchs Gehör empfunden wird. Jede Art der Betrachtung veranlaſſet eine andere Definition, daher die Erklärungen des Wortes Schall in den Schriften der Phyſiker ſehr mannigfaltig ſind. Ich will gegenwärtigen Artikel nach dieſer dreyfachen Betrachtungsart ordnen.

Zur **Entſtehung** des Schalles iſt allezeit ein feſter oder flüßiger Körper nöthig, deſſen Theile in eine ſchwingende Bewegung verſetzt werden. Man nennt ihn den **ſchallenden Körper** (corpus ſonorum). Sehr oft iſt dieſer Körper die Luft ſelbſt, aber nie für ſich allein, ſondern in Verbindung mit andern Körpern, die ſie in Bewegung ſetzen. So entſteht der Knall einer Peitſche, das Pfeifen

einer Ruthe, die man in der Luft ſchwingt, der Knall des Feuergewehrs und anderer Explosionen, das Krachen des Donners u. ſ. w. durch heftige Bewegungen der Luft, die durch andere Körper aus ihrer Stelle vertrieben wird, und vermöge ihrer Elaſticität plötzlich wieder zurückkehrt. Das Brauſen des Windes und der Schall der Blasinſtrumente wird durch den Stoß der Luft gegen ruhende Körper veranlaſſet. In unzählbaren Fällen aber entſteht die zum Schalle nöthige Bewegung auch ohne Zuthun der Luft, wie bey allen elaſtiſchen Körpern. Geſpannte Saiten, Glocken, metallne Scheiben, Gläſer u. dgl. gerathen durch Anſchlagen feſter Körper, oder durch Streichen, in ſchwingende Bewegungen, welche ſich durch Geſicht und Gefühl wahrnehmen laſſen, und offenbar die Urſache des Schalls ſind, weil der dabey gehörte Schall augenblicklich aufhört, wenn man durch Anrühren mit dem Finger, oder einem andern weichen Körper, der ſchwingenden Bewegung ein Ende macht. In dieſen Fällen wirkt zwar die Luft mehrentheils in ſofern mit, daß ſie den Schall bis zum Ohre fortpflanzt, aber ſie trägt doch nichts zu ſeiner Entſtehung bey, weil man ihn, wie unten beygebracht werden ſoll, auch ohne Hülfe der Luft hören kan.

Von dieſer Seite betrachtet beſteht alſo der Schall in einer **ſchwingenden Bewegung** des ſchallenden Körpers, welcher deswegen allezeit einigen Grad von Elaſticität beſitzen muß. Nemlich der Schall dauert noch eine Zeitlang fort, wenn gleich die äuſſere Kraft, die ihn hervorbrachte, aufhört. Ein ſolches Fortdauren ſchwingender Bewegungen läßt ſich nicht anders, als in elaſtiſchen Körpern, gedenken, die ſich von ſelbſt in ihre vorige Lage, aus der man ſie gebracht hat, zurückbegeben, und dadurch, wie die geſpannte Saite (ſ. **Elaſticität**, Th. I. S. 706.), in anhaltende Schwingungen verſetzt werden. Wenn die Körper nur eine ſchwache Elaſticität beſitzen, ſo iſt der Schall ſchwächer. Ebendaſſelbe findet ſtatt, wenn von den beyden zuſammenſchlagenden Körpern der eine ſehr weich iſt, wie elaſtiſch alsdann auch der andere ſeyn mag. Eben darum dämpft die Berührung eines weichen Körpers den Schall

eines elaſtiſchen faſt gänzlich; und eine Saite hört auf zu klingen, ſobald ſie von einem Dämpfer berührt wird.

Man hat die Bewegung, in welcher das Weſen des Schalles beſteht, mit Unrecht für ein Zittern (tremorem) aller kleinſten Theile des ſchallenden Körpers ausgeben wollen. Dieſe Meinung war ſonſt allgemein, und iſt von Perrault, Carre und de la Hire (Experiences ſur le ſon in den Mém. de Paris. 1709. 1710.) mit vielen Gründen und Verſuchen unterſtützt worden, die auch Muſſchenbroek (Introd. ad. philoſ. nat. To. II. §. 2191 ſqq.) anführt. Man ſuchte z. B. den Schall nicht in dem Schwingen der ganzen Saite, ſondern in dem dadurch veranlaßten Zittern ihrer kleinſten Theile (in motu tremulo partium minimarum), und Muſſchenbroek (l. c. Tab. LVII. Fig. 10 et 11.) zeigt ſogar in einer Figur, wie ſich die Theile der Saite bey ihren Schwingungen an einander hin und her ſchieben müſſen. Aber neuere Verſuche, die ich beym Worte Klang angeführt habe, beweiſen deutlich, daß dieſe Erzitterung der kleinſten Theile zum Schalle nicht nothwendig, und bey klingenden Körpern gar nicht vorhanden ſey. Vielmehr bleiben gewiſſe Stellen ſolcher Körper ganz unbewegt, und um dieſe herum oſcilliren oder ſchwingen die übrigen Theile ſo, daß ſie auf beyden Seiten der feſten Stellen oder Schwingungsknoten nach entgegengeſetzten Richtungen gehen.

De la Hire beruft ſich, um das Zittern der kleinſten Theile zu erweiſen, unter andern auf folgenden Verſuch. Wenn man die elaſtiſchen Schenkel einer Feuerzange zuſammendrückt, und ſchnell fahren läſt, ſo oſcilliren ſie, ohne zu ſchallen. Wenn ſie aber von auſſen her an einen harten Körper ſtoßen, ſo klingen ſie augenblicklich. Alſo, ſchließt er, entſteht der Schall nicht durch das Oſcilliren der ganzen Schenkel, welches der Stoß an den harten Körper eher vermindern müſte, ſondern aus dem Zittern der Theile, das der Stoß hervorbringt. Eben ſo ſchwingt eine ſtählerne Gabel, die man locker zwiſchen zween Fingern hält, und damit auf den Teller ſchlägt, ohne Klang; wenn man aber gleich darauf ihr Heft gegen den Teller ſtößt, klingt

ſie augenblicklich. Eine klingende Clavierſaite, wenn ſie den Dämpfer berührt, ſchwingt noch immer fort, aber ohne Klang; hält man einen Schlüſſel daran, an den ſie beym Schwingen ſtößt, ſo fängt der Klang von neuem an. Aber alle dieſe Phänomene beweiſen d. la Hire's Satz nicht. Die richtige Erklärung iſt folgende. Die Schwingungen der ganzen Schenkel einer Zange, der ganzen Gabel, der gedämpften Saite u. ſ. w. ſind zu langſam, um einen hörbaren Ton zu geben: aber das Anſtoßen eines harten Körpers verändert die Stellen der Schwingungsknoten; dadurch werden die Längen der ſchwingenden Theile verkürzt, mithin die Schwingungen ſchneller, und die Klänge hörbar. Die Verſuche des Herrn **Chladni** (Entdeckungen über die Theorie des Klanges. Leipzig, 1787. 4.) laſſen keinen Zweifel über die Richtigkeit dieſer Erklärung zurück, ſ. **Klang** (ingl. **Funk** Progr. De ſono et tono. Lipſ. 1779. 4.).

Auch müſſen alle, welche Erzitterungen der kleinſten Theile ſchallender Körper annehmen, bey der Theorie des Klangs und der Töne dennoch auf Schwingungen des Ganzen, oder größerer Theile, zurückgehen. **Muſſchenbroek** ſelbſt ſetzt beym Uebergange zur Theorie voraus, die Schwingungen wären den Erzitterungen gleich oder proportional, und ſpricht von dieſer Stelle an gar nicht weiter vom Zittern (Videntur proinde celeritates tremorum cum celeritatibus oſcillationum utcunque convenire, vel harmonicae eſſe — quia autem tremores non ita obſervari, quam oſcillationes, poſſunt, has loco tremorum in ſequentibus conſiderabo. Introd. §. 2203.). Dies iſt ein ſtillſchweigendes Geſtändniß, daß aus den Zitterungen nichts zu erklären ſey. Dennoch ſteht dieſer Irrthum von Bebungen der kleinſten Theile beym Schalle noch immer in unſern beſten phyſikaliſchen Lehrbüchern.

Wenn die Schwingungen eines elaſtiſchen Körpers, oder gewiſſer Theile deſſelben, von höchſt verſchiedener und mannigfaltiger Dauer und Geſchwindigkeit oder überhaupt zu langſam und von geringer Anzahl ſind, ſo heißt der daraus entſpringende Schall ein **dumpfer Schall**, ein **Geräuſch**, **Getöſe**, und wenn er heftig iſt und augenblicklich

vorübergeht, ein Plazen oder Knall. Erfolgen hingegen die Schwingungen ſchneller, und mit gewiſſen dem Ohre bemerkbaren Verhältnißen der Geſchwindigkeit, ſo entſteht ein Klang; erfolgen ſie endlich alle mit gleicher Geſchwindigkeit, ſo heißt der Klang ein Ton. Da ich von den Tönen unter einem beſondern Artikel handle, ſo würde es unnütze Wiederholung ſeyn, hier mehr davon anzuführen.

Der Schall iſt deſto ſtärker, je elaſtiſcher der ſchallende Körper iſt, und je ſtärker ſeine Theile geſpannt ſind. Daher giebt eine ſchlaffe Saite durch ihre Bewegungen keinen Klang: ihr fehlt die Spannung, welche zu Entſtehung der Schwingungen erforderlich iſt. Wenn aber die Theile eines geſpannten elaſtiſchen Körpers bewegt werden, ſo afficirt ihre ſchwingende Bewegung durch ihr Hin- und Hergehen alle übrige Theile des ganzen Körpers, aber nicht jeden auf gleiche Art. Es kömmt hiebey auf die Geſtalt des Körpers, auf die Gleichförmigkeit ſeiner Dichte und ſeines Zuſammenhangs, auf die Stelle, wo er angeſchlagen wird, auf die Stellen, wo er andere minder elaſtiſche Körper berührt, und auf mehrere vielleicht noch nicht vollſtändig bekannte Umſtände an. Durch dieſe Umſtände werden die Schwingungsknoten, die Längen der verſchiedenen ſchwingenden Theile, die Größen der Bogen, welche die ſchwingenden Theile beſchreiben u. ſ. w. beſtimmt. Von der Dauer der Schwingungen hängt alsdann die Dauer des Schalls, von der Menge der ſchwingenden Theile und der Größe der Schwingungsbogen die Stärke des Schalls ab, und die Anzahl der Schwingungen in einer gegebnen Zeit beſtimmt die Höhe oder Tiefe des Tons.

In einem angeſchlagnen oder mit dem Finger am Rande geſtrichenen Glaſe macht das Waſſer wellenförmige Bewegungen. Die Größe und der Abſtand der Wellen von einander kömmt auf die Geſchwindigkeit der Schwingungen an. Sobald das Glas klingt, entſtehen Wellen; wenn man alsdann den Finger ſtärker aufdrückt daß der Klang um eine Octave höher wird, ſo entſtehen kleinere Wellen, genau halb ſo groß, als die vorigen, deren alſo doppelt ſoviel auf der Oberfläche des Waſſers Platz haben. Dies iſt

ein ziemlich alter Verſuch, den ſchon Galilei in ſeinen Dialogen über die Mechanik anführt.

Die Fortpflanzung des Schalles erfordert ein elaſtiſches Mittel, in welchem die Schwingungen des ſchallenden Körpers weitere ähnliche Bewegungen erregen können. Solche Mittel ſind die meiſten feſten und flüßigen Körper, welche einen merklichen Grad von Elaſticität beſitzen, vorzüglich aber die beſtändig elaſtiſchen Flüßigkeiten. Daher iſt das vorzüglichſte und allgemeinſte Fortpflanzungsmittel für den Schall die atmoſphäriſche Luft. Inzwiſchen kan man den Schall auch ohne Luft bis zum Gehör fortpflanzen. Es iſt bekannt, daß man mit völlig verſtopften Ohren ſehr deutlich hört, wenn man einen Drath oder ein hartes Holz zwiſchen den Zähnen hält, und deſſen anderes Ende gegen den Reſonanzboden eines muſikaliſchen Inſtruments anſtemmt. Gewöhnlich aber iſt es doch die Luft, die den Schall zum Ohre bringt. Im luftleeren Raume wird der Schall nicht hörbar, wenn nicht etwa der ſchallende Körper durch den Teller oder andere elaſtiſche Maſſen mit der äuſſern Luft in Verbindung ſteht: in der dünnen Luft auf den Gipfeln hoher Berge iſt jeder Schall ſehr ſchwach: hingegen wird der Schall in verdichteter, in ſehr kalter, oder auch in eingeſchloßener erwärmter Luft anſehnlich verſtärkt.

Die Art dieſer Fortpflanzung des Schalls in elaſtiſchen flüßigen Mitteln ſtellt man ſich insgemein ſo vor. Taf. XXI. Fig. 126. ſey bey a eine ſchwingende Saite, welche die elaſtiſche Luft in a gegen b treibt, dadurch werden a und b gegen c, dieſe drey gegen d, dieſe vier gegen e getrieben. Aber b, c, d, e widerſtehen wegen ihrer Trägheit und Elaſticität; daher wird die Luft immer dichter, bis endlich bey e ihre Dichtigkeit ſo groß iſt, daß ihr Widerſtand die Bewegung gerade aufhebt. Dadurch aber hat zugleich ihre Elaſticität in e zugenommen; ſie dehnt ſich alſo nach beyden Seiten aus, treibt d, c, b, a in ihre vorigen Stellen zurück, und ſtößt eben ſoviel Theile mit gleicher Geſchwindigkeit durch f, g h fort, ſo daß die Dichtigkeit der Luft bey h wiederum am ſtärkſten wird. Hier hört die Bewegung wieder auf; aber die Elaſticität der Luft bey h treibt g und f

in ihre vorigen Stellen, und ſtößt zugleich die Luft in i gegen k u. ſ. w. Jede Schwingung der Saite bey a veranlaßt alſo ringsherum Abwechſelungen von Stellen, in denen die Luft dichter oder dünner iſt, und beſtändig zuſammengedrückt und wieder ausgedehnt wird. Man nennt dieſe Bewegung **wellenförmig**, und die Stellen e, h, k, o, wo die Luft am dichtſten wird, **Schallwellen** (undae ſonorae, pulſus ſonori, condenſationes reciprocae). Sie haben etwas ähnliches mit den Wellen auf der Oberfläche des Waſſers; nur daß dieſe letztern aus Erhöhungen des Waſſers (monticulis aqueis), die Schallwellen aber in Verdichtungen der Luft beſtehen. Auch verbreiten ſich die Waſſerwellen nur auf der Oberfläche, die Schallwellen hingegen im körperlichen Raume nach allen Seiten, ſo daß die wellenförmige Bewegung den ſchallenden Körper ſo umgiebt, wie die Oberflächen concentriſcher Kugeln den gemeinſchaftlichen Mittelpunkt dieſer Kugeln umringen.

Da jedes Lufttheilchen am Ende jeder Schwingung wieder an ſeinen vorigen Ort zurückkehrt, ſo iſt dieſe wellenförmige Bewegung kein **Fortgehen** (motus progreſſivus) der Luft. Sie verurſacht keinen Wind; und die Flamme eines Lichts wird gar nicht bewegt, wenn man ſie neben eine klingende Glocke hält u. ſ. w. Die ganze Wirkung beſteht blos in einer abwechſelnden Zuſammendrückung und Wiederausbreitung der Luft an verſchiedenen Stellen.

Die Theorie ſolcher wellenförmigen Bewegungen in elaſtiſchen flüßigen Mitteln hat **Newton** (Princip. L. II. Sect. 8. De motu per fluida propagato edit. a. 1687.) zuerſt auf beſtimmte Grundſätze gebracht. Er enthält ſich des Namens Wellen, und ſagt dafür richtiger **Schläge** (pulſus), wie er denn überhaupt die Natur dieſer Bewegung ſehr deutlich beſchreibt (*Pulſus* propagari concipe per ſucceſſivas condenſationes et rarefactiones Medii, ſic ut pulſus cuiusque pars denſiſſima ſphaericam occupet ſuperficiem circa centrum ſonorum deſcriptam, et inter pulſus ſucceſſivos aequalia intercedant intervalla). Er beweißt zuerſt (Prop. 42. 43.), daß ſich die Bewegung in elaſtiſchen flüßigen Mitteln nach allen Seiten geradlinigt verbreite, und

die Pulſus in Linien fortgehen, die den ſchallenden Punkt, oder die Oeſnung, aus der der Schall hervorgeht, wie die Halbmeſſer der Kugel ihren Mittelpunkt, umgeben: dagegen in unelaſtiſchen Mitteln die Bewegung augenblicklich (in inſtanti) nach den Stellen zu umgelenkt werde, die ſonſt hinter dem bewegten Körper leer bleiben würden. Hierauf kömmt er (Prop. 44 — 46.) auf die Oſcillationen des Waſſers in Röhren, und auf die Geſchwindigkeit der Wellen, und zeigt (Prop. 47.), daß ſich die Geſchwindigkeiten der in einem elaſtiſchen Mittel fortgepflanzten Schläge direct, wie die Quadratwurzeln der Elaſticitäten, und umgekehrt, wie die Quadratwurzeln der Dichtigkeiten, verhalten, wenn die Elaſticität in jedem Mittel der Dichte proportional bleibt; daher in gleich dichten und gleich elaſtiſchen Mitteln die Schläge mit gleicher Geſchwindigkeit fortgehen. Er erweiſet weiter (Prop. 48.), daß die hin und hergehenden Theilchen der flüßigen Materie hiebey nach den Geſetzen der Schwungbewegung des Pendels beſchleunigt und retardirt werden, und daß daher die Anzahl der Schläge beym Schalle mit der Anzahl der Schwingungen des ſchallenden Körpers einerley ſey. Hierauf gründet er nun (Prop. 49.) ſeine Methode, aus der Dichte und Elaſticität des Mittels die Geſchwindigkeit zu finden, mit der ſich die Schläge fortpflanzen.

Hiezu dient folgender Lehrſatz. Die Höhe einer Säule von gleichförmiger Dichte, welche eben ſo dicht iſt und eben ſo ſtark drückt, als das elaſtiſche Mittel an der gegebnen Stelle dicht iſt, und gedrückt wird, heiſſe $=c$ (völlig ſo, wie beym Artikel Höhenmeſſung, Th. II. S. 617, die Höhe einer Säule flüßiger Materie von gleicher Dichte mit der untern Luft, welche ſo ſtark als die Atmoſphäre drückt, $\frac{f}{m} = c$ genannt ward). **In der Zeit, in welcher ein Pendel von der Länge c einen ganzen Schwung vollendet, gehen die Schläge im gegebnen Mittel durch einen Raum, der dem Umfange des Kreiſes vom Halbmeſſer c gleich iſt.** Weiß man nun noch die An-

zahl der Schläge in einer gegebnen Zeit, ſo findet man (Prop. 5.) die Abſtände der Schläge oder Wellen von einander, wenn man den Raum, durch welchen die Bewegung in dieſer Zeit fortgeht, durch dieſe Anzahl dividiret.

Newton macht von dieſer Theorie eine Anwendung auf die Beſtimmung der Geſchwindigkeit, mit welcher ſich der Schall in unſerer Luft fortpflanzt. Dieſe Beſtimmung wird ſich am beſten ſo überſehen laſſen. Ein Pendel von der Länge c verrichtet einen ganzen Schwung in der Zeit

$$\pi\sqrt{\frac{2c}{g}} \text{ Sec.}$$

ſ. Pendel (oben S. 417.). In eben dieſer Zeit gehen die Schallſchläge durch den Raum $= 2\pi c$; alſo in 1 Sec. durch den Raum

$$2\pi c : \pi\sqrt{\frac{2c}{g}} = \sqrt{2cg}.$$

Es iſt aber die Geſchwindigkeit $\sqrt{2cg}$ gerade diejenige, welche der Fallhöhe $\frac{1}{2}c$ zugehört. Mithin iſt nach Newtons Theorie die Geſchwindigkeit des Schalls ſo groß, als diejenige, welche ſchwere Körper beym Falle durch die halbe Subtangente der logarithmiſchen Linie, die bey den barometriſchen Höhenmeſſungen gebraucht wird, erlangen würden. In dieſer ſehr bequemen Formel laſſen ſich für c die Werthe ſetzen, welche man beym Worte Höhenmeſſung (Th. II. S. 632.) nach verſchiedenen Schriftſtellern angegeben findet; g aber iſt der Fallraum ſchwerer Körper in einer Secunde, oder 15,0957 pariſer Fuß, ſ. Fall der Körper. Nimmt man nach Mayer und de Lüc c = 4342 Toiſen oder 26052 par. Fuß, ſo erhält man den Weg des Schalls in einer Secunde =

$$\sqrt{(2 \cdot 26052 \cdot 15{,}0957)} = 888 \text{ par. Fuß.}$$

Newtons Data (L. II. Prop. 50. Schol. edit. 1687.) ſind etwas anders. Er drückt ſie nach engliſchem Maaße aus, ſetzt das Verhältniß der eigenthümlichen Gewichte der Luft und des Queckſilbers = 1 : 13½ . 850 = 1 : 11617, und findet alſo für eine Barometerhöhe von 30 engl. Zoll c =

$\frac{30 \cdot 11617}{12}$ = 29042 engl. Fuß. Um g zu beſtimmen, nimmt er die Länge des Secundenpendels $39\frac{1}{7}$ Zoll an (dies mit 4,9348 22 multiplicirt, giebt g = 16,12 engl. Fuß, ſ. Pendel, oben S. 425); alſo des Schalls Weg in einer Secunde

$$\sqrt{(2 \cdot 29042 \cdot 16{,}12 \ldots)} = 968 \text{ engl. Fuß},$$

welche ohngefähr 906 pariſer Fuß betragen. In den neuern Ausgaben wird das Verhältniß der Gewichte von Luft und Queckſilber $1 : 13\frac{2}{3} \cdot 870 = 1 : 11890$ geſetzt, woraus c = 29725 Fuß, und der Weg des Schalls in der Secunde = 979 Fuß folgt.

Newton bemerkt aber, daß man noch die Dicke der einzelnen Lufttheilchen in Betrachtung ziehen müſſe, durch welche die Fortpflanzung des Schalls natürlicher Weiſe ohne Zwiſchenzeit (in inſtanti) geſchehe. Nähme man nun an, die Dicke eines Lufttheilchens verhielte ſich zum Zwiſchenraume zwiſchen ihm und dem nächſten Theilchen, wie 1 : 9, ſo würde ſich dadurch der Weg des Schalls noch um ſeinen neunten Theil vergrößern, und 1088 engliſche Fuß in einer Secunde betragen. Endlich ſetzt er hinzu, wenn die Dünſte nicht zur Fortpflanzung des Schalls beytrügen und doch die Dichtigkeit der reinen Luft verminderten, ſo müſte dieſerhalb der Schall (nach Prop. 47.) geſchwinder fortgehen. Wäre z. B. unter 11 Theilen 1 Theil Dünſte, ſo werde die Geſchwindigkeit im Verhältniße $\sqrt{10} : \sqrt{11} = 20 : 21$ größer, und ſo könne man zu 1088 Fuß noch den 20ſten Theil oder 54 Fuß hinzuſetzen, und den Weg in einer Secunde = 1088 + 54 = 1142 engl. Fuß annehmen, welches etwa 1070 pariſer Fuß beträgt.

Man ſieht bald, daß die letzten Berichtigungen wegen der Dicke der Lufttheilchen und der Dünſte nur willkührlich angenommen ſind, um die Theorie mit den Verſuchen zu vereinigen. Nemlich die Verſuche geben die Geſchwindigkeit des Schalles um ein ziemliches größer, als ſie nach dieſer newtoniſchen Theorie ſeyn ſollte.

Schon Gaſſendi ſtellte zu Anfang des vorigen Jahrhunderts Beobachtungen über die Geſchwindigkeit der Fortpflanzung des Schalles an; ihm folgten der P. Merſenne (Harmonicorum L. XII. Pariſ. 1635 fol.), Roberval und die florentiner Akademiſten (Tentamina exp. captorum in Acad. del Cimento. edit. *Muſſchenbroekii* Lugd. Bat. 1731. 4. p. 113.). In Frankreich machten Caſſini, Huygens, Picard und Römer (*du Hamel* Hiſt. Acad. reg. ſc. L. II. Sect. 3. cap. 2.) gemeinſchaftliche Verſuche hierüber, ſowie Halley, Derham (Philoſ. Trans. n. 313. p. 3.) und Flamſtead in England. Caſſini de Thury, Maraldi und de la Caille (Mém. de Paris 1738 et 1739.) trieben dieſe Verſuche mehr ins Große, und de la Condamine (Voyage de la riviere des Amaz. p. 206.) ſtellte dergleichen auch in Cayenne und bey Quito an. Winkler (Tentamina circa ſoni celeritatem per äerem atmoſphaericum. Lipſ. 1763. 4.) hat die Reſultate derſelben zuſammengetragen, die man auch in folgender Tabelle überſehen kan.

Beobachter	Ort	Weg des Schalls in 1 Sec.	
Gaſſendi	Frankreich	1473	par. Schuh
Die Florentiner	Italien	1185	— —
Merſenne	Frankreich	1380	— —
Caſſini, Huygens ꝛc.	—	1172	— —
Flamſtead, Derham ꝛc.	England	1070	— — (1142 engl. Fuß)
Caſſini, Maraldi ꝛc.	Frankreich	1038	— (173 Toiſ.)
		1041	— —.
de la Condamine	Cayenne	1101	
— — —	Quito	1050	

Die große Verſchiedenheit dieſer Reſultate rührt ohne Zweifel von der veränderlichen Beſchaffenheit der Luft her. Die Verſuche der beyden Caſſini, die in einerley Lande angeſtellt ſind, geben doch auf die Secunde einen Unterſchied von 134 Schuhen. In trokner, elaſtiſcher Luft muß die Geſchwindigkeit allezeit größer ſeyn. Nach Derham iſt dieſelbe im Sommer und Winter bey jeder Witterung gleich groß, aber Bianconi (Comment. Bonon. Vol. II. p. 365.

überſ. im Hamburg. Magazin, XVI Band, S. 476 u. f.) bemerkt, der Schall ſey im Winter langſamer, und vollende einen Weg von 13 italiäniſchen Meilen um 4 Secunden ſpäter, als im Sommer. Die Verſuche von **Caſſini, Maraldi** und **de la Caille** ſind mit großer Sorgfalt und auf einer Linie von 14636 Toiſen angeſtellt, die ſich von der Pyramide auf Montmartre bis zum Thurme von Mont-Lhery erſtreckte. Man kan ihr Reſultat, von 173 Toiſen auf die Secunde, als das richtigſte unter allen anſehen. Es zeigte ſich dabey auch, daß der ſchwächere Schall eben ſo ſchnell gieng, als der ſtärkere, daß die Geſchwindigkeit beym Regenwetter und bey heiterm Himmel, auch bey Tag und Nacht einerley war, daß ſie in allen Theilen des Wegs gleichförmig blieb, daß es einerley war, ob man die Mündung der knallenden Canone nach der einen oder der andern Seite richtete u. ſ. w. Wenn der Wind nach der Richtung des Schalles, oder derſelben entgegen gieng, ſo muſte man die Geſchwindigkeit des Windes noch zu der des Schalles hinzuſetzen, oder davon abziehen.

Man kan ſich dieſer Beſtimmungen bedienen, um die Entfernungen der Orte zu ſchätzen, in welchen Licht und Schall zugleich entſteht, wie beym Abfeuern der Gewehre, beym Blitz und Donner u. ſ. w. Dabey ſieht man das Licht wegen ſeiner auſſerordentlichen Geſchwindigkeit im Augenblicke der Entſtehung ſelbſt; den Schall aber hört man erſt nach einer kleinen Zwiſchenzeit, welche der Schall zu Vollendung ſeines Wegs nöthig hat. Dieſe Zwiſchenzeit giebt die Entfernung des Orts, wenn man für jede Secunde etwa 180 Toiſen, d. i. 1240 leipziger Fuß rechnet, ſ. Donner. Die Tiefe eines Brunnens aus der Zwiſchenzeit zu finden, binnen welcher man den Schall eines hineinfallenden Steins vernimmt, lehrt **Newton** (Arithmetica univerſalis, Probl. 50.).

So verſchieden nun auch die Meſſungen der Geſchwindigkeit des Schalles ausfallen, ſo geben ſie doch alle weit mehr, als **Newtons** blos theoretiſche Beſtimmung; nemlich faſt 175 Toiſen für die Secunde, da Newton kaum 150 findet. Die Urſache dieſes Ueberſchußes, der mehr als ein

Sechſtel des Ganzen beträgt, hat die Theoretiker ſehr beſchäftiget. Newton ſelbſt hilft ſich, wie wir geſehen haben, mit der Dicke der Lufttheilchen und mit den Dünſten, deren Wirkungen er gerade ſo groß annimmt, daß die richtigen Reſultate herauskommen. Euler (Conjectura phyſica circa propagationem ſoni ac luminis. Berol. 1750. 4. §. VII.) iſt damit gar nicht zufrieden, und meint, wenn der zehnte Theil der Luft aus harten Kügelchen beſtünde, wie Newton annehme, ſo würde ſich die Luft nicht über zehnmal verdichten laſſen, welches wider die Erfahrung ſtreite. Aber in Newtons Vorſtellung liegt dieſes gar nicht. Nach dieſer Vorſtellung macht zwar der Durchmeſſer des Lufttheilchens, der eine Linie iſt, den 10ten Theil des Abſtands vom nächſten Theilchen aus, aber die Summe der Kügelchen ſelbſt, welche Körper ſind, beträgt nicht den zehnten, ſondern nur den tauſendſten Theil des ganzen körperlichen Volumens: alſo folgt nur, daß ſich die Luft nicht über 1000mal comprimiren laſſe, welches nicht mehr mit der Erfahrung ſtreitet. Das hätte ein Geometer, wie Euler, ſonſt auf den erſten Blick überſehen; er iſt aber nie unbefangen, wenn er gegen Newton ſchreibt.

Inzwiſchen billigt Euler doch die Theorie ſelbſt, und ſucht nur die Erfahrungen auf einem andern Wege zu erklären. Er nimmt nemlich an, ein einzelner Pulſus werde zwar genau um 979 engliſche Fuß in einer Secunde fortgehen, und für dieſen Fall ſey die Theorie berechnet. Wenn aber mehrere ſucceſſive Schläge in einer Reihe auf einander folgten, ſo werde die Geſchwindigkeit der erſten Schläge durch den Stoß der folgenden vergrößert, und dies ſey der Fall bey den Verſuchen, wo alſo die Geſchwindigkeit zugleich von der Anzahl der Schläge (frequentia pulſuum) abhänge. Hieraus würde folgen, daß höhere Töne ſich ſchneller fortpflanzen, als tiefere, wovon man doch bey den Verſuchen nichts bemerkt hat. Uebrigens legt Euler eben dieſe Theorie auch bey der Fortpflanzung des Lichts zum Grunde, und gebraucht da den Einfluß, den die Succeſſion der Schläge auf die Geſchwindigkeit der Wellen haben ſoll, mit zu den Erklärungen der Farbenzerſtreuung.

Weit wichtiger iſt der Tadel, mit welchem der Profeſſor Gabriel Cramer in Genf, einer der gröſten neuern Mathematiker, Newtons Theorie angegriffen hat. Er zeigt nemlich (*Newtoni* Princip. ex edit. P. P. *Jacquier* et *le Sueur*, ad L. II. Prop. 47. p. 364 ſqq.), daß der Beweiß der obigen 48ſten Propoſition (in den neuern Ausgaben iſt es die 47ſte) nicht ſchließend ſey, weil man ihn mit eben ſo gutem Erfolg zur Demonſtration ganz anderer und offenbar falſcher Schlußfolgen brauchen könne. Er erweißt, um ein Beyſpiel zu geben, ganz auf eben die Art, wie Newton, daß die hin und hergehenden Theilchen nicht nach den Geſetzen des Pendels, ſondern wie die frey fallenden und aufſteigenden ſchweren Körper, beſchleunigt und retardirt werden müſſen, welches doch offenbar falſch iſt. Nun haben zwar die Commentatoren Newtons Satz durch eine weitläuftige Rechnung zu retten, und den Beweis mehr auf die Natur elaſtiſcher Mittel zu gründen geſucht; allein es iſt auch hiebey noch zu viel hypothetiſches vorausgeſetzt, als daß man dieſe an ſich ſo ſchöne Theorie für feſt gegründet und von allen Schwierigkeiten befreyt halten könnte, zumal, da ſie von den Reſultaten der Verſuche ſo merklich abweicht.

Herr D. Wünſch, anjetzt Profeſſor zu Frankfurt an der Oder, (Initia novae doctrinae de natura ſoni. Lipſ. 1776. 4.) verſuchte eine neue Theorie des Schalls zu geben, deren Gründe zu prüfen hier zu weitläuftig wäre. Er nimmt dabey eine der Luft eigne Geſchwindigkeit an, mit der ſie weicht, wenn man ihr Platz verſtattet (celeritas cedendi), und zeigt nach einer eignen Vorſtellungsart von der Fortpflanzung des Schalls, daß eben dieſes auch die Geſchwindigkeit des Schalls ſeyn müſſe. Nach ſeiner Meinung dringt jede Luftſäule in leere Räume mit derjenigen Geſchwindigkeit ein, welche der Höhe ihres Schwerpunkts zugehört. Schwerpunkt aber heißt bey ihm, etwas uneigentlich, derjenige Ort der Säule, der eben ſoviel Luft über ſich, als unter ſich, hat (wo z. B. das Barometer auf 14 Zoll ſteht, wenn es ſich an der Erdfläche 28 Zoll hoch hält). Dieſe Höhe des Schwerpunkts der Luftſäulen über der Erdfläche beſtimmt nun Herr Wünſch nach ſeiner Methode, die ich

beym Worte Höhenmeſſung (Th. II. S. 636.) erwähnt habe, durch die Unterſchiede der Wurzeln vierter Potenz aus den Barometerhöhen, und findet ſie, wenn das Verhältniß der Gewichte der Luft und des Queckſilbers = 1 : 11900 geſetzt wird, für die Barometerhöhe 28 Zoll; = 17750 pariſer Fuß. In dieſer Höhe ſteht alsdann nach ihm das Barometer auf 14 Zoll, und ihr gehört wirklich die Geſchwindigkeit von 1037 par. Fuß in einer Secunde zu, welche mit Caſſini's Beſtimmung der Geſchwindigkeit des Schalls ſehr genau übereinſtimmt. Herr W. hält dieſes Zutreffen für einen ſtarken Beweis der Richtigkeit ſeiner Theorien, und der Unanwendbarkeit des mariottiſchen Geſetzes auf freye Luft (ſ. Luftkreis, oben S. 48.). Auch iſt ſeine Rechnung an ſich richtig, und würde nur, wenn ſie ſchärfer geführt wäre, 17648 Fuß ſtatt 17750 geben, welcher Unterſchied nicht viel bedeutet. Aber beyde Theorien, ſowohl die des Schalles, als die der Höhenmeſſungen, zeigen gleich in den erſten Gründen ſoviel Abſchreckendes, daß dieſes Zutreffen eines Reſultats mit der Erfahrung ſchwerlich mehr, als bloßer Zufall, ſeyn kan. Es iſt zu bekannt, daß man bey Bewegungen flüßiger, zumal elaſtiſcher, Materien nicht Schwerpunkte, wie bey feſten Körpern, annehmen könne, weil ſich hier jeder Theil für ſich bewegt; und eben dies iſt die Schwierigkeit, welche alle hydrodynamiſchen und pnevmatiſchen Theorien, mithin auch die von der Fortpflanzung des Schalles, ſo ſchwer und dunkel macht.

In einer und eben derſelben Luftmaſſe werden oft ungemein viele verſchiedene Töne zu gleicher Zeit fortgepflanzt, ohne ſich zu hindern, wie bey einem vielſtimmigen Concerte oder Geſange. Es ſcheint wunderbar, daß die Luft in einem oft engen und eingeſchränkten Orte, Schläge von ſo verſchiedenen Succeſſionsreihen zugleich annehmen und jede Reihe für ſich fortpflanzen kan. Herr von Mairan (Mém. de Paris 1737. ingl. Journal des Sav. Juin 1741. p. 174.), dem dies unbegreiflich ſchien, nahm daher für jeden Ton eine eigne Art von Lufttheilen an, die eine ihm gemäße Elaſticität oder Spannung hätten, ſo daß jeder Ton blos die

ihm zugehörigen Theilchen in Schwingungen ſetze. Könnte man einen Schall erregen, der gar keine ihm gemäß geſpannte Lufttheile hätte, ſo würde derſelbe nach der Meinung dieſes Gelehrten gar nicht hörbar ſeyn. **Euler** (Nova theor. lucis et color. §. 60 ſqq.) widerlegt dieſe Meinung unter andern dadurch, daß ein Mittel aus Theilen von ſo verſchiedenen Elaſticitäten gar nicht exiſtiren könne, weil die ſchwächer geſpannten Theile von den ſtärkern ſo lange würden zuſammengedrückt werden, bis alle einerley Elaſticität hätten. Da auch zunächſt um einen Theil nur eine gewiſſe Anzahl anderer Theile Platz hat, ſo könnten ſich nur an wenigen Stellen gleich geſpannte Theilchen die nächſten ſeyn; die ſich aber nicht die nächſten ſind, und durch anders geſpannte Theile getrennt wären, könnten ſich ihre Bewegung nicht mittheilen, ohne die dazwiſchen liegenden mit zu bewegen.

Da ſich der Schall rings um den ſchallenden Körper verbreitet, ſo wird ſeine Stärke, wie alle um einen Mittelpunkt verbreitete Wirkungen, im umgekehrten Verhältniße des Quadrats der Entfernung vermindert. Uebrigens ſteht die Stärke des Schalls im directen Verhältniße der Dichte der Luft, der Größe der ſchallenden Oberfläche, und der Elaſticität des ſchallenden Körpers. Wenigſtens nimmt man dies in der Theorie an. Es wäre noch zu unterſuchen, in wiefern alle dieſe Sätze der Erfahrung gemäß ſind.

Der Schall kan ſich, wenn er ſtark iſt, ſehr weit fortpflanzen. Die zu Florenz abgefeuerten Canonen hörte man 50 ital. Meilen weit zu Livorno, und noch 5 Meilen weiter. Bey der Belagerung von Genua hörte man die Schüße 90 ital. Meilen weit (Philoſ. Trans. n. 113.). Dabey gieng der Schall über das Meer. In gebirgigen Gegenden hört man ihn nicht ſo weit. **Godin** konnte den Knall einer auf dem Pambamarca abgebrannten 9pfündigen Canone ſchon in Quito nicht mehr hören, obgleich beyde Orte nur 19000 Toiſen weit aus einander ſind, weil viele Thäler dazwiſchen liegen. Die Richtung des Windes hat bekanntlich ſehr

großen Einfluß auf die Weiten, bis auf welche man den Schall höret.

Daß verdichtete oder auch eingeſchloßne erwärmte Luft den Schall verſtärkt, beweiſet man durch einen Wecker, der in eine Glocke oder einen papiniſchen Digeſtor eingeſchloßen wird, und zu der Zeit, auf die er geſtellt iſt, losſchlägt. Man hört ihn in weit größern Entfernungen, wenn die Luft im Digeſtor comprimirt oder erhitzt iſt. Dieſen Verſuch haben **Hawksbee** (Phyſico - mechanical experiments), **s'Graveſande** (Elem. Phyſ. mathem. §. 2354.) und **Zanotti** (Comment. Bonon. Vol. I. p. 173.) angeſtellt.

Weil der Fortgang der Schläge vom ſchallenden Punkte aus nach allen Seiten in geraden Linien geſchieht, ſo kan man ſich dieſe Linien als **Schallſtralen** (radii ſonori) vorſtellen, und ſo die Betrachtung der Wege des Schalles zum Theil auf Geometrie bringen. Die Lehre vom Schalle führt überhaupt den Namen der **Akuſtik** oder **Phonik**. Einige haben die Betrachtungen des geradlinigten, gebrochnen und zurückgeworfenen Schalles trennen, und nach dem Beyſpiele der optiſchen Wiſſenſchaften eine eigne **Diaphonik** und **Kataphonik** oder **Diakuſtik** und **Katakuſtik** entwerfen wollen (The doctrine of Sounds in Philoſ. Trans. num. 156. p. 472.). Aber von Brechungen des Schalles weiß man noch ſoviel, als gar nichts. Die Zurückwerfung der Schallſtralen von harten Körpern geſchieht nach den gewöhnlichen Geſetzen der Reflexionen, ſ. **Zurückwerfung**. Hierauf beruhen die Erklärungen des Echo, des Sprachrohrs, Hörrohrs, der Sprachſäle u. ſ. w., von welchen Gegenſtänden beſondere Artikel dieſes Wörterbuchs handlen.

Es geſchieht aber die Fortpflanzung des Schalls nicht blos durch die Luft, ſondern auch durch andere elaſtiſche, flüßige und feſte Körper. So hört man den Klang eines Weckers, der auf dem Tiſche unter einer gläſernen Glocke ſteht. Die ſchallende Bewegung ſetzt die Theile des Glaſes in Schwingungen, und dieſe theilen ſich erſt der äuſſern Luft mit, die ſie zum Ohre bringt. Daher iſt auch der Schall weit ſchwächer, als wenn er ganz durch freye Luft gehen kan. Noch ſchwächer wird er, wenn man über die

erſte Glocke noch eine zweyte größere, über dieſe eine dritte u. ſ. w. deckt. Kommen weiche Körper in den Weg des Schalles, ſo wird er dadurch noch mehr geſchwächt. Muſſchenbroek (Introd. To. II. §. 2255.) konnte den Schall eines Weckers ganz unhörbar machen, wenn er ihn mit drey gläſernen Glocken umgab, die mit weichem Tuche überzogen waren, und ihn unten, damit der Tiſch den Schall nicht fortpflanze, auf ein dickes weiches Küſſen ſetzte. Ein ſolches Küſſen muß man auch unterlegen, wenn der Schall im luftleeren Raume nicht gehört werden ſoll. Denn wenn der Wecker auf dem metallnen Teller der Luftpumpe aufſteht, ſo hört man ihn durch den Teller zwar ſchwach, aber doch deutlich.

Eben ſo hört man den auf der Straße erweckten Schall durch die Fenſter und Wände des Zimmers. Es iſt bekannt, daß Taube ſich das Hören erleichtern, indem ſie mit den Zähnen einen ſtarken Drath auf den Rand eines Keſſels halten, in den man hineinruft. Hiebey geſchieht die Fortpflanzung des Schalls großentheils durch elaſtiſche feſte Körper. Auf welche Art und wie geſchwind ſolche Körper den Schall fortpflanzen, davon weiß man bis jetzt noch nichts beſtimmtes; D. Hook (Micrographia in praef.) glaubte den Schall durch einen langen Drath in inſtanti, oder wenigſtens mit der Geſchwindigkeit des Lichts, fortpflanzen zu können.

Auch das Waſſer pflanzt den Schall fort. Die Taucher hören ſchwach, aber doch deutlich, unter dem Waſſer, was oben in der Luft gerufen wird (Journal des Sav. 1678. p. 178.). Nollet (Leçons de phyſ. exp. To. III. p. 417.) tauchte ſelbſt unter, und hörte in einer Tiefe von 3 Schuh allerley Laute, die am Ufer gegeben wurden. Aehnliche Verſuche hat man auch von Hawskbee (Philoſ. Trans. num. 321.) und Arderon (Philoſ. Trans. num. 486.), wobey ein Taucher 12 Schuh tief unter Waſſer einen Büchſenſchuß, und 2 Schuh tief das Rufen der Menſchen vernehmlich hörte. Man hört auch das Klappen elfenbeinerner Kugeln, die an Faden tief unter Waſſer verſenkt, und zuſammengeſchlagen werden. Schon dieſe Verſuche bewei-

ſen, daß es dem Waſſer nicht ganz an Elaſticität fehlt, wie man ehedem irrig glaubte, ſ. Waſſer. Es war ſonſt ſtreitig, ob die Fiſche hörten; jetzt iſt es ein ausgemachter Satz der Naturgeſchichte, daß man bey allen Arten derſelben wenigſtens die innern Gehörwerkzeuge findet (ſ. *Klein* Mantiſſa ichthyolog. de ſono et auditu piſcium. Lipſ. 1746. 4. *Baker* Letter concerning the Hearing of Fiſhes in Philoſ. Trans. num. 486. überſ. im Hamburg. Magazin, B. V. S. 655. *Nollet* ſur l'ouie des poiſſons in den Mém. de Paris, 1743. p. 199.).

Endlich kan man auch den Schall noch betrachten, in wiefern er auf unſer Gehör wirkt, und durch ſelbiges von uns empfunden wird. Die Beſchreibung des dazu dienenden Werkzeugs im menſchlichen Körper findet man beym Worte Gehör: aber wir kennen daſſelbe blos der Geſtalt nach, und ſind nicht im Stande, die eigentliche Beſtimmung aller ſeiner Theile, und die Art und Weiſe der Einwirkung des Schalls auf ſie, genau anzugeben. Das wahrſcheinlichſte iſt, daß der Schall das Trommelfell und die ganze zarte elaſtiſche Maſſe des Labyrinths erſchüttere, und in übereinſtimmende Schwingungen verſetze, die den Gehörnerven mitgetheilt, und ſo zum Gehirn gebracht werden.

Die Empfindung, welche der Schall in uns erregt, iſt lediglich eine Sache des Sinns, und keiner Beſchreibung fähig. Wir unterſcheiden deutlich die Stärke und Schwäche des Schalls, die Höhe und Tiefe der Töne, welche von der ſchnellern oder langſamern Succeſſion der Schläge abhängt, nebſt einer faſt unzählbaren Menge anderer Modificationen, für deren gröſten Theil wir nicht einmal Namen haben. Die verſchiedenen Arten der Knalle, Laute, Geräuſche, die mannigfaltigen Klänge der menſchlichen und thieriſchen Stimmen und der muſikaliſchen Inſtrumente, die verſchiedenen Laute der Vocalen und die Modificationen der Conſonanten in den Sprachen u. dgl. ſind Beyſpiele von dem großen Reichthum der in uns befindlichen Gehörsideen. Es verhält ſich damit eben ſo, wie mit dem Geſicht. Wir vergleichen die Laute, die wir hören, mit dem, was uns die andern Sinne, beſonders Geſicht und Gefühl

über die Umſtände und Stellen der ſchallenden Körper lehren, und bilden uns dadurch gewiſſe Regeln, nach denen wir über das Gehörte urtheilen. Wenden wir dieſe Regeln in ungewöhnlichen Fällen falſch an, ſo können Gehörstäuſchungen entſtehen, eben ſo, wie es Geſichtsbetrüge giebt. So etwas geht beym Echo vor, wo man ſchließt, der Schall komme von der reflectirenden Wand u. ſ. w.

Man wird übrigens noch viele mit dieſem Artikel verwandte Bemerkungen bey den Worten **Klang** und **Ton** finden.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. natur. To. II. §. 2189 ſqq.

Newtoni Principia philoſ. nat. mathem. Lib. II. Sect. VIII.

Euler Conjectura phyſica circa propagationem ſoni ac luminis. Berol. 1750. 4.

C. B. Funccii Progr. De ſono et tono. Lipſ. 1779. 4.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre. Vierte Aufl. von Lichtenberg, Göttingen, 1787. 8. §. 264 u. f.

Gren Grundriß der Naturlehre. Halle, 1788. 8. §. 696 u. f.

Briſſon Dictionnaire raiſ. de Phyſique, Art. *Son* et *Propagation du Son.*

Schallende Körper, ſ. Schall.
Schallſtralen, ſ. Schall.
Schaltjahr, ſ. Jahr.
Schalttag, ſ. Jahr.

Schatten, Umbra, *Ombre*. Der Schatten iſt Mangel oder Beraubung des Lichts durch einen im Wege ſtehenden dunklen Körper. Die vom Lichte abgewendete Seite eines dunkeln Körpers wird nicht erleuchtet, weil der Körper ſelbſt das Licht nicht durchläſt; man ſagt daher von ihr, ſie ſtehe im Schatten. Auch Flächen anderer Körper, welche hinter einem dunkeln liegen, werden nicht erleuchtet, weil der dunkle Körper den geradlinigten Fortgang des Lichts aufhält. Daher werfen dunkle Körper auf Flächen, die hinter ihnen liegen, Schatten, in gerader Linie dem Lichte gegenüber. An ſich könnten dieſe Schatten, die nur etwas Negatives ſind, nicht geſehen werden: wenn ſie aber

von erleuchteten Theilen umringt ſind, ſo bemerkt man ihre Grenzen, und nur dadurch fallen ſie in die Augen.

Iſt der leuchtende Körper eine Kugel, ſo bilden die Grenzen, in welchen der Schatten dunkler Kugeln enthalten iſt, cylindriſche oder koniſche Räume. Der Schatten der dunkeln Kugel iſt cylindriſch, wenn ſie gleichen Durchmeſſer mit der leuchtenden hat, koniſch, wenn die Durchmeſſer ungleich ſind. Iſt alsdann die dunkle Kugel größer, als die leuchtende, ſo wird der Schatten, wie ein umgekehrter abgeſtumpfter Kegel immer breiter, je weiter er fortgeht; iſt aber die dunkle Kugel die kleinere ſo läuft er in eine Spitze zu. Letzteres iſt der Fall bey den Schatten, welche die Planeten und Monden der Sonne gegen über von ſich werfen, wie Taf. IX. Fig. 27. bey EFH deutlich zeigt.

Nennt man alsdann den Halbmeſſer der leuchtenden Kugel $SB=R$, den der dunkeln $CF=r$; den Abſtand ihrer Mittelpunkte $SC=d$; die Länge des Schattens bis an die Spitze H, oder $CH=l$, ſo hat man wegen der ähnlichen Dreyecke SBH und CFH

$$SB:CF=SH:CH$$

$$\text{d. i. } R:r=d+l:l$$

$$\text{alſo } R-r:r=d:l$$

woraus $l=\frac{rd}{R-r}$ folgt. Aus dieſer Formel findet man ſehr leicht die Länge des Schattens, wenn die Halbmeſſer der Sonne und des Planeten, nebſt dem Abſtande beyder Körper, gegeben ſind.

Ex. Es iſt der Erdhalbmeſſer $r=1$, der Sonnenhalbmeſſer $R=112$; die Entfernung der Sonne von der Erde $d=24000$. So wird $l=\frac{1.24000}{112-1}=217$. Alſo die Länge des Erdſchattens etwa 217 Erdhalbmeſſer. Da nun der Mond nur 60 Erdhalbmeſſer von C abſteht, ſo kan er, wenn er der Sonne gegenüber geſehen wird, gar wohl in dieſen Schatten kommen. Geſchieht dies bey tr, ſo iſt der Durchſchnitt des Schattens daſelbſt ein Kreis vom Halbmeſſer mr, wobey wiederum

$$HC : CF = Hm : mr$$

$$\text{oder } 217 : \quad 1 = 217 - 60 : mr$$

mithin $mr = \frac{157}{217}$ oder $\frac{8}{11}$ Erdhalbmeſſer. Da nun des Mondes Halbmeſſer nur $\frac{3}{11}$ des Erdhalbmeſſers beträgt, ſ. Mond, ſo iſt der Erdſchatten an dieſem Orte faſt dreymal breiter, als der Mond, ſo daß der letztere völlig vom Schatten bedeckt werden kan, ſ. Finſterniße.

Der Schatten, den ein lothrechter Körper, wie AB, Taf. XXI. Fig. 127. auf eine wagrechte Fläche DE wirft, heißt der **gerade Schatten** (umbra recta, *ombre droite*). Wenn man den leuchtenden Körper S als einen Punkt betrachten darf, ſo iſt SBC der erſte Lichtſtral, der auf den Boden kommen kan, ohne von AB aufgehalten zu werden, alſo iſt die Länge des geraden Schattens AC = AB × cotang. C. Auch iſt AB = AC × tang. C.

Hingegen heißt der Schatten eines wagrechten Körpers AB, Fig. 128, auf einer lothrechten Flache DE, der **umgekehrte Schatten** (umbra verſa, *ombre verſe ou renverſée*). Iſt S ein leuchtender Punkt, ſo wird die Länge des umgekehrten Schattens AC = AB × tang. B.

Wenn S der Mittelpunkt der Sonnenſcheibe iſt, ſo wird der Winkel des Lichtſtrals SBC mit der Horizontalfläche die **Sonnenhöhe**, ſ. **Höhe**, eines **Geſtirns**. Bey Fig. 127. iſt dies der Winkel C, bey Fig. 128. iſt es B. Mithin findet man den geraden Schatten, wenn man die Länge des dunklen Körpers AB durch die Cotangente, den umgekehrten Schatten, wenn man eben dieſe Länge AB durch die Tangente der Sonnenhöhe multiplicirt. Auch giebt $\frac{AB}{AC}$, d. i. die Länge des Körpers dividirt durch die Länge des Schattens, beym geraden Schatten, und $\frac{AC}{AB}$ beym umgekehrten die Tangente der Sonnenhöhe.

So maſſen die Alten die mittäglichen Höhen der Sonne durch den Schatten lothrecht ſtehender Obeliſken oder **Gnomons**. Plinius (H. N. II. 72.) führt davon Bey-

ſpiele an. Am Tage der Nachtgleiche war der Schatten in Rom um $\frac{1}{9}$ kürzer, als der Gnomon (In urbe Roma nona pars gnomonis deeſt umbrae), d. i. $\frac{AB}{AC}$ war $\frac{9}{8}$ oder 1,1250000, welches als Tangente zu 48° 22′ gehört. Dies wäre alſo die Mittagshöhe der Sonne am Aequinoctialtage, oder die Aequatorhöhe von Rom: vermindert man dieſelbe noch wegen der Stralenbrechung und des Halbſchattens oder Halbmeſſers der Sonne um 16′, ſo erhält man 48° 6′, mithin die Polhöhe 41° 54′. Auch neuere Beobachtungen geben die Polhöhe von Rom 41° 54′.

Wenn die Sonne im Horizonte ſteht, werden die geraden Schatten unendlich lang, oder es wird die ganze Erdfläche mit Schatten bedeckt. Dagegen ſind ſie zu Mittag, wenn die Sonne die gröſte Höhe hat, am kürzeſten. Wenn die Sonnenhöhe 45° beträgt, ſo ſind die geraden Schatten ſowohl, als die umgekehrten eben ſo lang, als die Körper ſelbſt, weil für B = 45° auch C = 45°, und alſo in beyden Figuren 127. und 128. AC = AB wird. In der Geographie bekommen die Bewohner gewiſſer Theile der Erdfläche Namen, die ſich auf die Lage der geraden Schatten daſelbſt beziehen, ſ. *Heteroſcii*, **Unſchattichte**, **Umſchattichte**.

Auf die Betrachtung des geraden und umgekehrten Schattens gründet ſich die Einrichtung des **geometriſchen Quadrats**, welches **Wolf** (Elem. Optic. §. 172 ſqq.) beſchreibt. Wenn man nemlich an den beyden Grenzen eines Quadranten Linien zieht, die ihn berühren, ſo kan man für Winkel bis 45° Tangenten auf eine dieſer Linien tragen, und auf die andere Cotangenten für die größern Winkel. Daraus entſteht ein Quadrat mit zwo abgetheilten Seiten, welche die Namen Vmbra recta und verſa führen. Man gebrauchte dergleichen Werkzeuge, mit Dioptern verſehen, im 16 Jahrhunderte zu Höhenmeſſungen und Beobachtung der Sonnenhöhen.

Sonſt findet man auch die Höhe eines Thurms, Baumes u. dgl. durch den geraden Schatten auf folgende Art. Die zu meſſende Höhe ſey AB, Taf. XXI. Fig. 127, der gerade Schatten AC. Man ſtecke einen Stab von be-

kannter Länge ab lothrecht ein, und meſſe zu gleicher Zeit die Schatten aC und AC. Wenn dies genau in demſelben Augenblicke geſchehen iſt, in welchem die Sonnenhöhe an dieſer Stelle der Erdfläche = C war, ſo ſind die Dreyecke abC und ABC ähnlich, wenn ſie auch nicht in einerley Vertikalfläche liegen, wie in der Figur, blos der Kürze halber, angenommen iſt. Daher iſt aC : ab = AC : AB, und da die drey erſten Glieder bekannt ſind, ſo giebt die Regel Detri das vierte AB, oder die geſuchte Höhe.

Da aber die Sonne nicht ein einziger Punkt, ſondern eine ganze Scheibe iſt, ſo entſteht um den wahren Schatten noch ein Halbſchatten, welcher die Beſtimmung des Punktes C, und alle dieſe Methoden, Sonnenhöhen und Höhen durch den Schatten zu finden, ſehr unſicher macht, ſ. Halbſchatten.

Weil der Schatten allezeit in gerader Linie mit dem leuchtenden und dem dunkeln Körper bleibt, ſo ſcheint er ſich zu bewegen, ſo oft einer oder der andere von dieſen Körpern ſeinen Ort ändert. So laufen die Schatten der Wolken über die Felder hin, wenn der Wind die Wolken fortführt, und unſer eigner Schatten begleitet überall uns ſelbſt. Indem die Sonne den Tag über von Morgen gegen Abend geht, bewegen ſich die Schatten der Körper von Abend gegen Morgen, und wenn man ein Licht nach der rechten Hand fortführt, ſo ſieht man die Schatten der Körper nach der linken gehen.

Bey uns geht die Sonne vom Aufgang an immer mehr gegen den Mittagspunkt zu, mit wachſendem nördlichen Azimuth: alſo nähert ſich der vormittägige Schatten eines lothrechten Stifts ununterbrochen der Mitternachtsgegend. In der nördlichen Helfte der heiſſen Zone aber wiederfährt es jedem Orte, daß die Sonne jährlich eine Zeit lang mehr nördliche Abweichung bekömmt, als die Polhöhe des Orts beträgt. Dieſe Zeit über wächſt das nördliche Azimuth der Sonne täglich vom Aufgang an nur eine Zeitlang bis zu einer gewiſſen Größe, wo es ſtill ſteht und dann wieder kleiner wird, d. h. die Sonne geht zwar anfänglich auf die Mittagsgegend zu, kehrt aber nachher wieder

um und culminirt in der That auf der Nordſeite des Zeniths. Daher drehen ſich die Schatten lothrechter Stifte zwar des Morgens eine Zeit lang gegen Norden zu, ſtehen aber hernach ſtill, und drehen ſich von da an gegen Süden, ſo daß ſie auch um Mittag ſüdwärts fallen. Nachmittags erfolgt wieder etwas ähnliches, aber auf die entgegengeſetzte Art, und ſo auch für die Orte in der ſüdlichen Helfte der heiſſen Zone, wenn der Sonne ſüdliche Abweichung größer, als ihre Polhöhe, iſt. Dieſes **Zurückgehen der Schatten** iſt von **Varenius** (Geograph. gener. Sect. VI. cap. 27. prop. 13.) und **Wolf** (Elem. Geograph. math. §. 171.) als eine eigne Merkwürdigkeit der heiſſen Zone angeführt worden. **Widder** (De Solis et umbrae ſtili retrogradatione. Groning. 1760. 4.) und **Käſtner** (Aſtronom. Abhdl. Erſte Samml. Gött. 1772. 8. S. 244 u. f.) handlen umſtändlicher davon.

Wenn ein dunkler Körper von mehr Lichtern zugleich erleuchtet wird, ſo wirft er jedem Lichte gegenüber einen beſondern Schatten, mithin ſo viele Schatten, als Lichter ſind. Dem ſtärkern Lichte gegenüber fällt auch ein ſtärkerer Schatten. Wo ſich mehrere dieſer Schatten kreuzen oder vereinigen, da iſt auch die Dunkelheit größer, weil dieſen Stellen Erleuchtung von mehr Lichtern zugleich entzogen wird. Die Stärke der Dunkelheit wird zwar nicht an ſich ſichtbar, aber doch durch die Schwäche der etwa noch übrigen Erleuchtung, und durch den Contraſt mit dem umliegenden ſtärker erleuchteten Stellen.

Die Lehre von Verzeichnung der Schatten macht unter dem Namen der **Skiagraphie** einen eignen Theil der Perſpectiv aus, der für den Künſtler ſehr wichtig iſt, da von der Stellung des Lichts und der Schatten ein ſo großer Theil der Wirkung der Gemälde abhängt.

Käſtner Anfangsgr. der angewandten Math. Optik, §. 18 u. f.
Briſſon Dict. raiſ. de Phyſ. art. *Ombre.*

Schatten, blaue, Vmbrae caeruleae, *Ombres bleues.* Des Morgens und Abends zeigen die Schatten dunkler Körper, die auf weiſſe Flächen fallen, eine blaue

Farbe. Man kan ſich davon ſehr leicht durch eigne Beobachtung überzeugen.

Inzwiſchen iſt dieſe Beobachtung lange Zeit überſehen worden. Nach **Prieſtley** iſt **Otto von Guericke** (Exper. nova de vacuo ſpatio. Amſtel. 1672. fol. p. 142.) der erſte, der ſie anführt. Wenn man in der Morgendämmerung, ſagt er, ein brennendes Licht verdeckt, und den Schatten auf ein weiſſes Papier fallen läßt, ſo iſt dieſer nicht ſchwarz, ſondern vollkommen blau. Guericke will dadurch beweiſen, daß eine Miſchung von Weiß und Schwarz Blau gebe. **Nollet** aber bringt noch eine weit ältere Erwähnung dieſes Phänomens von dem italiäniſchen Maler **Lionardo da Vinci** bey, der zu Anfang des 16ten Jahrhunderts lebte, deſſen Abhandlung über die Malerey aber erſt im 17 Jahrhunderte gedruckt worden iſt (Traité de la Peinture, en Italien et en François. à Paris 1651. ch. 328. Pourquoi ſur la fin du jour les ombres des corps produites ſur un mur blanc ſont de couleur bleue). Die beygefügte Erklärung, daß die weiſſe Mauer an den beſchatteten Stellen blos vom blauen Himmel erleuchtet werde, und daher die blaue Farbe deſſelben zurückwerfe, dagegen die erleuchteten Theile von den Sonnenſtralen roth gefärbt würden, iſt auch wahrſcheinlich die richtige. Nach **Otto von Guericke** iſt dieſe Erſcheinung bis 1742 von keinem Phyſiker weiter erwähnt worden.

Im Julius 1742 bemerkte Herr **von Buffon** (Mém. de Paris 1743. p. 217.) gegen Abend, da die Sonne roth untergieng, der Himmel aber heiter und nur gegen Weſten dünn mit gelbrothen Dünſten überzogen war, daß die Schatten der Bäume auf einer Mauer eine zarte grüne, etwas ins Blaue ſpielende Farbe hatten. Der Schatten einer Laube, die nur drey Fuß von der Mauer abſtand, war lebhaft grün. Die Erſcheinung dauerte faſt 5 Minuten, und verſchwand zugleich mit dem Sonnenlichte. Am folgenden Morgen bey heiterm Himmel und gelblichen Dünſten in Oſten erſchienen die Schatten blau, und wurden nach 3 Minuten ſchwarz. Am Abende deſſelben Tages erſchienen ſie wieder grün. Nachdem die trübe Witterung die Beob-

achtungen einige Tage verhindert hatte, waren am ſiebenten Abende die Schatten nicht mehr grün, ſondern blau. Buffon fand ſie nachher immer blau, obgleich verſchiedentlich ſchattirt, und bemerkt, es ſehe jedermann blaue Schatten, wenn er bey Auf- oder Untergange der Sonne den Finger vor ein weiſſes Papier halte.

Der Abbe Mazeas (Mém. de l'Acad. de Pruſſe 1752.) ließ einen dunkeln Körper vom Monde und von einem Lichte zugleich erleuchten, und die Schatten auf eine weiſſe Wand fallen. Er fand den Mondſchatten, den das Licht erleuchtete, röthlich, und den Lichtſchatten, auf den der Mond ſchien, blau. Aber er ſucht alles blos aus der Verminderung des Lichts zu erklären.

Melville (Edinburgh Eſſays Vol. II. p. 75.), der die blaue Farbe des Himmels aus der Zurückwerfung der blauen Stralen von den feinen Dünſten herleitet, bemerkt dabey, wenn man einen Körper auf Papier lege, und bey heiterm Himmel an die Sonne ſtelle, ſo ſehe der blos vom Himmel erleuchtete Schatten gegen das übrige von der Sonne erleuchtete Papier ziemlich bläulich aus. Er ſcheint keine der angeführten Beobachtungen zu kennen; dennoch enthält ſein Satz die wahrſcheinlich richtige Erklärung derſelben.

Bouguer (Traité d'optique ſur la gradat. de la lum. p. 368.) erklärt die Sache eben ſo, ob er gleich die blaue Farbe des Himmels nicht von den Dünſten, ſondern aus der Zurückwerfung von der Luft ſelbſt herleitet. Er führt an, das Büffonſche Phänomen der blauen Schatten ſey ſchon von den Malern bemerkt worden; vielleicht hat er alſo die angeführte Stelle des da Vinci gekannt, und daher die Erklärung entlehnt. Er erwähnt auch die Beobachtung vom Schatten der Lichtflamme in der Morgendämmerung, doch ohne Guericken zu nennen.

Beguelin (Mém. de l'Acad. de Berlin, 1767. p. 27.) hat die Sache am ſorgfältigſten unterſucht, und es ziemlich auſſer Zweifel geſetzt, daß die Erſcheinung von der Erleuchtung durch die Atmoſphäre herrühre. Die grüne Farbe bey Buffons Beobachtung möge von einer zufälligen Beymiſchung gelber Stralen, oder von einem gelblichen Anſtriche

der Mauer hergekommen ſeyn. Das Blaue in den Schatten werde merklich, ſobald die Erleuchtung der angrenzenden Stellen ſchwach genug ſey, wie bey einem niedrigen Stande der Sonne geſchehe. Um halb ſieben Uhr des Abends, als die Sonne noch 4° hoch ſtand, war der Schatten ſeines Fingers noch dunkelgrau, wenn er aber das Papier faſt horizontal hielt, daß die Sonnenſtralen ſehr ſchief darauf fielen, ſo erſchien das ganze Papier bläulich, und der Schatten darauf ſchön hellblau. Eine Viertelſtunde darauf fieng der Schatten an blau zu werden, wenn auch die Sonne ſenkrecht auf das Papier ſchien; wenn man aber daſſelbe gegen die Erde kehrte, waren die Schatten, die auf die untere Seite fielen, nicht blau. Um 7 Uhr, als die Sonne noch 2° hoch ſtand, hatten die Schatten eine ſehr ſchöne blaue Farbe. Im Auguſt bemerkte er, daß ſie anfiengen, ſich blau zu färben, wenn die Sonne noch 7° 8′ hoch ſtand. Wenn das Sonnenlicht von einem gegenüberſtehenden weiſſen Hauſe ins Zimmer geworfen wird, ſo kan man zu jeder Stunde des Tages blaue Schatten erhalten, wenn nur am Orte des Verſuchs ein Theil des blauen Himmels ſichtbar iſt, und alles unnöthige Licht entfernt wird. Dabey kan man ſich überzeugen, daß die blaue Farbe genau an denjenigen Stellen des Schattens verſchwindet, von welchen man keinen Theil des blauen Himmels ſehen kan.

Inzwiſchen behauptet doch ein neuerer Schriftſteller (Obſervations ſur les ombres colorées, par H. F. T. Paris, 1782. 8.) nach vielen Verſuchen, daß man Schatten von allerley Farben erhalten könne, ſo oft Gegenſtände von mehr als einem Lichte erleuchtet werden, und die mehrern Lichter eine beſtimmte Proportion ihrer Stärke gegen einander haben, daß alſo die blauen Schatten nicht von der Farbe des Himmels, ſondern von dem Verhältniße der Lichtſtärke herkommen.

Opolx hingegen (Journal de phyſ. Dec. 1783.) leitet ſie aus der Beugung des Lichts her, welche die blauen und grünen Stralen am ſtärkſten ablenke, und in den Schatten bringe.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 327 u. f.
Briſſon Dict. raiſ. de Phyſique. Art. *Ombre*.

Scheibe, ſ. Rolle.

Scheidewaſſer, Aqua fortis, *Eau forte.* Dieſen Namen geben die Künſtler der ſchwächern Salpeterſäure, welche aus dem Salpeter durch Deſtillation mit gebranntem Vitriol oder Thon ausgetrieben, und zu vielen chymiſchen Arbeiten, vorzüglich zur Scheidung des Goldes vom Silber, gebraucht wird. Der chymiſche Name iſt Salpetergeiſt, ſ. Salpeterſäure; dieſen geben aber die Künſtler nur den reinern und ſtärkern Sorten, deren Preiße theurer ſind.

Das gemeine und verkäufliche Scheidewaſſer enthält immer einen Antheil von Salzſäure und Vitriolſäure aus den zur Bereitung gebrauchten Materien. Man befreyt es von dieſen Beymiſchungen, indem man etwas von einer ſchon bereiteten Silberauflöſung in Salpeterſäure hineintröpfelt, deren Silber ſich zum Theil mit dieſen fremden Säuren verbindet, und als Hornſilber oder Silbervitriol niederſchlägt. Wenn ſich nichts mehr niederſchlägt, ſo gießt man das klar gewordene ab, und nennt es gefälltes Scheidewaſſer: es hat aber alsdann noch etwas Silber bey ſich, wovon man es durch Deſtillation aus einer Retorte im Sandbade befreyen kan.

Aus Deſtillation des Arſeniks mit Salpeter erhält man das ſogenannte blaue Scheidewaſſer, wovon man ſonſt viel Aufhebens machte. Jetzt iſt bekannt, daß jede concentrirte und phlogiſtiſirte Salpeterſäure, mit Waſſer im gehörigen Verhältniße vermiſcht, eben dieſe blaue Farbe annimmt.

In der franzöſiſchen Sprache wird der Name *Eau forte* auch der Mutterlauge oder ätzenden alkaliſchen Lauge der Seifenſieder gegeben.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Scheidewaſſer.

Scheinbare Bewegung, Entfernung, Größe, ſ. Bewegung, Entfernung, Größe, ſcheinbare.

Scheinbarer Ort, ſ. Ort, ſcheinbarer.

Scheitelkreis, Vertikalkreis, Vertikalcirkel, Circulus verticalis, *Vertical*, *Cercle vertical*. Jeder gröſte Kreis der Himmelskugel, welcher durch das Zenith und Nadir geht, heiſst ein Scheitelkreis. Man kan alſo durch jeden Punkt des Himmels, oder durch jedes Geſtirn einen Scheitelkreis führen. Alle dieſe Kreiſe ſtehen auf dem Horizonte ſenkrecht, weil ſie durch die Pole deſſelben, nemlich durch Zenith und Nadir, gehen. Sie ſchneiden den Horizont in zween entgegengeſetzten Punkten, und werden von ihm in zwo gleiche Helften getheilt. In Bogen dieſer Scheitelkreiſe werden die Höhen der Geſtirne und ihre Abſtände vom Scheitel ausgedrückt, ſ. **Höhe, eines Geſtirns, Abſtand vom Scheitel.**

Man kan durch jeden Punkt des Horizonts einen Scheitelkreis führen. Unter dieſen Kreiſen heiſst derjenige, der durch den wahren Morgen- und Abendpunkt geht, der **erſte Scheitelkreis** (Verticalis primarius, *le premier Vertical*). Auch der Mittagskreis am Himmel gehört zu den Scheitelkreiſen. Dieſe Kreiſe liegen in der unbeweglichen Fläche der Himmelskugel, alſo treten die Geſtirne bey der täglichen Bewegung alle Augenblicke in einen andern Scheitelkreis.

Scheitellinie, Vertikallinie, lothrechte Linie, Linea verticalis, *Ligne verticale*, *Ligne à plomb*. Die durch Zenith und Nadir gehende Linie, welche alſo die Axe des Horizonts iſt, und mit der Horizontalebne des Orts rechte Winkel macht. Da die Richtung der Schwere, wie die Erfahrung lehrt, an jedem Orte der Erde, auf der Oberfläche des ſtillſtehenden Waſſers, oder auf der Horizontalebne ebenfalls lothrecht ſteht, ſo iſt dieſe Richtung mit der Scheitellinie einerley. Alſo fallen ſchwere Körper, wenn ſie frey ſind, in der Scheitellinie, und dehnen einen Faden, an den ſie gebunden werden, nach dieſer Linie aus. Daher giebt die Richtung des **Bleyloths** oder **Senkbleys** *(à plomb)* die Scheitellinie an. Ausnahmen hievon, wegen der Gravitation gegen nahe Berge, werden beym Worte **Gravitation** (Th. II. S. 535.) erwähnt.

Die Scheitellinie iſt der gemeinſchaftliche Durchſchnitt aller Scheitelkreiſe, und jede durch ſie gelegte ebne Fläche heißt eine **Scheitelfläche** oder **Vertikalebne.** Dergleichen ſind die Mittagsfläche und die Ebnen aller Scheitelkreiſe, welche ſämtlich auf dem Horizonte lothrecht ſtehen. In ſolchen Scheitelflächen werden die Mauern der Gebäude nach dem Bleylothe aufgeführt; ſie ſind alsdann vor dem Einſturz ſicher, weil ſich ihre Theile nach eben der Richtung unterſtützen, nach welcher ſie durch ihre Schwere zum Fallen getrieben werden.

Scheitelpunkt, ſ. **Zenith.**

Schiefe der Ekliptik, Obliquitas eclipticae, *Obliquité de l'ecliptique.* Der Winkel, den die Ekliptik mit dem Aequator macht. Die Ekliptik oder Sonnenbahn liegt in der Ebne, in welcher die Erde um die Sonne läuft; und der Aequator beſtimmt die Richtung, nach welcher die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Axe erfolgt, ſ. **Ekliptik, Aequator.** Die Schiefe der Ekliptik iſt alſo derjenige Winkel, unter welchem ſich die Ebne des jährlichen Umlaufs der Erde gegen die parallelen Ebnen ihrer täglichen Umwälzung neigt. Da ſo viele Erſcheinungen am Himmel von dieſen beyden Bewegungen der Erdkugel abhängen, ſo hat die Größe dieſes Winkels einen ungemeinen Einfluß auf die meiſten aſtronomiſchen und geographiſchen Beſtimmungen.

Nach den Regeln der Sphärik wird der Winkel zweener gröſten Kreiſe, oder die Neigung ihrer Ebnen gegeneinander durch den Bogen eines dritten gröſten Kreiſes gemeſſen, der beyde vorige da, wo ſie am weitſten von einander abſtehen, oder 90° weit von ihren Durchſchnittspunkten rechtwinklicht durchſchneidet. Nun ſind die Durchſchnittspunkte der Ekliptik und des Aequators die Nachtgleichen, und 90° weit von denſelben ſtehen in der Ekliptik die Sonnenwenden oder Solſtitialpunkte, bey welchen Ekliptik und Aequator am weitſten auseinander ſtehen. Zieht man durch einen Solſtitialpunkt einen dritten gröſten Kreis

auf den Aequator ſenkrecht, alſo durch beyde Pole, ſo iſt dieſer (der Kolur der Sonnenwenden) ein Abweichungskreis, ſ. Abweichungskreis; und der Bogen deſſelben, der zwiſchen den Aequator und den Solſtitialpunkt fällt, iſt die Abweichung der Sonne, wenn ſie ſich in der Sonnenwende befindet. Dies zuſammengenommen giebt den Satz: **Die Abweichung der Sonne in den Sonnenwenden iſt das Maaß der Schiefe der Ekliptik.**

Um die Zeit der Sonnenwenden ändert ſich die Abweichung der Sonne einige Tage lang nicht beträchtlich. Man pflegt daher die Mittagshöhe der Sonne am längſten Tage zu beobachten, wovon die Aequatorhöhe des Orts abgezogen, die Abweichung der Sonne für den Augenblick der Beobachtung übrig läßt, ſ. **Abweichung.** Dieſe Abweichung kan man ohne merklichen Fehler für den ganzen Tag, mithin auch für den Augenblick des eigentlichen Solſtitiums gelten laſſen; ſie giebt alſo die Schiefe der Ekliptik. Auf eine ähnliche Art könnte man am kürzeſten Tage verfahren; aber alsdann ſteht die Sonne im Mittage zu niedrig, und die Beobachtung wird unſicherer. Die Aſtronomie lehrt noch mehr Methoden, die Schiefe der Ekliptik durch Beobachtungen zu finden. Durch dieſe Mittel hat man ihre Größe ohngefähr auf $23\frac{1}{2}°$ beſtimmt.

Nach dem **Plinius** (H. N. II. 8.) hat **Anaximander** zuerſt die Schiefe der Ekliptik gefunden (Obliquitatem ſigniferi intellexiſſe, hoc eſt rerum fores aperuiſſe traditur primus Anaximander Mileſius, olympiade LVIII.). Die berühmteſte Beobachtung derſelben aus dem Alterthum iſt die von **Pytheas** zu Maſſilien (dem heutigen Marſeille), deren **Cleomedes** (Cyclica theor. L. I. c. 7.) und **Strabo** (Geogr. L. II.) erwähnen. Der letztere führt aus dem Hipparchus an, Pytheas habe am Tage der Sonnenwende zu Maſſilien das Verhältniß des Gnomons zu ſeinem mittäglichen Schatten eben ſo groß gefunden, als es zu Byzanz ſey; daſelbſt aber wirft, wie Strabo bald darauf erzählt, ein Gnomon von 120 Theilen am Mittage des längſten Tages einen Schatten von 42 Theilen weniger einem Fünftel. Das Verhältniß $120 : 41\frac{4}{5} = 600 : 209$ giebt die Tangente

der Sonnenhöhe $= \frac{600}{209} = 2,8708612$, ſ. Schatten, wofür aus den Tafeln die ſcheinbare Höhe ſelbſt $= 70° \, 47' \, 41''$ gefunden wird. Dieſe wegen der Refraction und Parallaxe um $17''$, und wegen des Halbmeſſers der Sonne um $15' \, 49''$ vermindert, giebt für die Höhe des Mittelpunkts $70° \, 31' \, 35''$. Hievon die Aequatorhöhe von Marſeille, oder $46° \, 42' \, 12''$ abgezogen, läſt für die Schiefe der Ekliptik zur Zeit des Pytheas (350 Jahre vor C. G.) $23° \, 49' \, 23''$ übrig. Gaſſendi (De proportione gnomonis ad umbram ſolſtitialem in Opp. To. IV.) und Louville (Diſſ. de mutabilitate eclipticae in Act. Erud. Lipſ. 1719. p. 281 ſqq.) haben dieſe Beobachtung umſtändlich berechnet, und mit neuern zu Marſeille gemachten verglichen. Ich habe hier die Angaben des Ritter Louville mitgetheilt.

Ptolemäus behält im Almageſt die Beſtimmung des Eratoſthenes bey, von dem er erzählt, daß er den Abſtand der beyden Wendekreiſe $= \frac{11}{83}$ des Meridians oder gröſten Kreiſes, d. i. $47° \, 42' \, 39''$ gefunden habe. Die Helfte hievon giebt die Schiefe der Ekliptik (250 J. v. C. G.) $23° \, 51' \, 20''$.

Neuere Beobachtungen geben ſie faſt übereinſtimmend nach der Ordnung ihres Alters kleiner. Man wird dies aus folgendem Verzeichniße überſehen, deſſen ältere Angaben aus Louville, die neuern aus Käſtner (Aſtronom. Abhdl. Erſte Samml. III. S. 343.) entlehnt ſind.

Jahre	Beobachter	Schiefe der Ekliptik
v. C. G. 360	Pytheas	23° 49′ 23″
— 250	Eratoſthenes	23 51 20
n. C. G. 830	Almamon	23 35 0
969	Al-Batani	23 35 0
1540	Copernikus	23 28 8
1595	Tycho de Brahe	23 29 25
1661	Hevel	23 29 7
1691	Flamſtead	23 28 32
1703	Bianchini	23 28 35
1709	Horrebow aus Römers Beob.	23 28 47

1737	da la Condamine	23° 28′ 24″
1743	Caſſini de Thury	23 28 35
1750	de la Caille	23 28 19
1751	Bradley	23 28 18
1756	Mayer	23 28 16.

Hieraus hat nun ſchon **Louville** geſchloßen, daß der Winkel der Ekliptik mit dem Aequator veränderlich ſey, obgleich **Gaſſendi**, **Riccioli** (Almag. nov. p. 164.), **Hevel** (Prodr. Aſtr. p. 37. 42.), **Gregory** (Elem. aſtr. phyſ. et geom. L. II. pr. 19.), **Caſſini** (Elemens d'aſtr. p. 115.) den Unterſchied blos auf Fehler der alten Beobachtungen ſchieben wollen. Die neuern Aſtronomen nehmen allgemein an, daß die Schiefe der Ekliptik geringer werde: **Louville** ſetzt die Verminderung in 100 Jahren auf 1 Min., **de la Caille** auf 44 Sec., **de la Lande** auf 1 Min. 28 Sec. **Euler** (Theor. motus planet. et com. Berol. 1744. p. 98.) ſahe es für möglich an, daß dieſe Verminderung nicht von einer regelmäßigen Urſache, ſondern von Kometen, herrühre. Nachher aber hat er ſie von den Wirkungen der Planeten hergeleitet, und die Rechnung darüber (Mém. de l'Acad. de Pruſſe 1754. p. 296.) zuerſt geführt. Herr **de la Lande** hat ſolche Berechnungen auch angeſtellt (Mém. de Paris 1758. 1761.); es ſind aber gewiſſe Data zu denſelben, z. B. die Maſſe der Venus, noch nicht mit völliger Sicherheit ausgemacht.

Auſſerdem iſt die Schiefe der Ekliptik einer periodiſchen Veränderung unterworfen, nach welcher ſie 9 Jahre lang wächſt, und 9 Jahre wieder abnimmt, ſo daß der gröſte Unterſchied 18 Secunden beträgt, ſ. **Wanken der Erdaxe**. Die mittlere Schiefe läßt ſich anjetzt ſchon nicht mehr über 23° 28′ 0″ ſetzen.

Um dieſe Größe ſtehen die Wendekreiſe vom Aequator, und die Pole der Ekliptik von den Polen des Aequators ab, weil ſich die Axen gröſter Kreiſe gegeneinander unter eben dem Winkel, wie die Kreiſe ſelbſt, neigen. Mithin werden die Stellen der Wendekreiſe und Polarkreiſe am Himmel und auf der Erde durch die Schiefe der Ekliptik

beſtimmt, und hierauf beruht die Eintheilung der Erdflä-che in Zonen, ſ. Erdſtriche. Je mehr die Schiefe ab-nimmt, deſto näher rücken die Wendekreiſe dem Aequa-tor, und die Polarkreiſe den Polen; deſto mehr breiten ſich alſo die gemäßigten Zonen aus, und deſto enger ziehen ſich die heiſſe und die kalten zuſammen. Sollte es endlich dahin kommen, daß die Schiefe bis auf Null ab-nähme, und die Ekliptik mit dem Aequator zuſammenfiele (welches nach Louville von jetzt an in 140800 Jahren geſche-hen müſte), ſo würde ſich die gemäßigte Zone über die ganze Erdfläche verbreiten, und überall würde eine beſtändige Nachtgleiche und ein ewiger Frühling herrſchen. Herodot gedenkt einer Tradition der Egypter, daß die Ekliptik einſt auf den Aequator ſenkrecht geſtanden habe. Hieraus und aus der Angabe chaldäiſcher Beobachtungen von 403000 Jahren will Louville ſchließen, dieſe Völker hätten die Abnahme der Schiefe der Ekliptik gekannt, und dieſe ver-meinten uralten Beobachtungen bezögen ſich blos auf die be-rechnete Zeit des ſupponirten ſenkrechten Standes beyder Kreiſe.

Eugen. Louville Diſſ. de mutabilitate Eclipticae in Act. Erud. Lipſ. a. 1719. p. 281 ſqq.

Weidler Hiſt. aſtron. Cap. V §. 39. p. 122.

Käſtner Aſtronom. Abhdl. Erſte Sammlung, Göttingen, 1772. 8. S. 341 u. f.

Schiefe Ebne, Schiefe Fläche, Planum incli-natum, *Plan incliné*. Man kan im Allgemeinen jede ebne Fläche, gegen welche irgend eine Kraft unter einem ſchiefen Winkel wirkt, in Rückſicht auf dieſe Kraft eine ſchiefe Ebne nennen. Insbeſondere aber giebt man dieſen Na-men denjenigen Flächen, welche mit der Horizontalfläche, mithin auch mit der Scheitellinie oder der Richtung der Schwere, ſchiefe Winkel machen. Bey Erhebung ſchwe-rer Laſten kan man durch ſolche Flächen Vortheile in der Kraft erhalten; daher die ſchiefe Ebne von den neuern Me-chanikern mit zu den einfachen Potenzen gerechnet wird, ſ. Potenzen.

Um die Wirkung der Kräfte auf ſchiefe Ebnen im Allgemeinen zu beſtimmen, ſey Taf. XXI. Fig. 129. AB der Durchſchnitt einer feſten Fläche mit einer auf ihr lothrecht ſtehenden Ebne, welche in der Figur die Ebne des Papiers iſt. In der Ebne dieſes Durchſchnitts wirke gegen die Fläche AB eine Kraft = L, nach der ſchiefen Richtung PM. Aus M errichte man ſenkrecht auf AB das Loth MN; und nenne den Winkel, den die Richtung der Kraft PM mit dieſem Lothe macht, = o; ſo wird ſich die Kraft L (welche durch PM vorgeſtellt wird) in die beyden Theile NM = L. coſ o, und PN = L. ſin o zerlegen laſſen, ſ. **Zerlegung der Kräfte.** Der Theil NM, der auf die Fläche AB ſenkrecht wirkt, wird von der Feſtigkeit derſelben völlig aufgehoben; alſo bleibt nur der mit AB parallele Theil PN übrig, und die ganze Wirkung beſteht darinn, daß der Punkt M nach der Richtung der Fläche ſelbſt mit der Kraft L. ſin o fortgetrieben wird.

Man wende dies auf eine gegen den Horizont geneigte, und mit einem ſchweren Körper belaſtete Fläche an, wie AB, Taf. XXI. Fig. 130. Wenn man bey einer ſolchen Fläche durch B die Horizontallinie BC zieht, und aus A die Scheitellinie AC herabläßt, ſo entſteht das rechtwinklichte Dreyeck ABC, wo BC die **Grundlinie**, AC die **Höhe**, AB die **Länge** der ſchiefen Fläche heißt. Drückt nun auf dieſe Fläche ein ſchwerer Körper P vom Gewichte L nach der Richtung der Schwere PM, ſo macht dieſe Richtung mit dem Perpendikel PQ eben den Winkel, den die Horizontallinie BC mit der Fläche BA ſelbſt macht, oder der Winkel o Fig. 129. iſt hier = B, daher ich den Winkel B auch in Fig. 130. mit o bezeichne. Mithin wird die Fläche AB von P mit der Kraft L. coſ o gedrückt, und der Körper P ſelbſt wird mit der Kraft L. ſin. o längſt der Fläche herabgetrieben. Weil ſin o jederzeit < 1, ſo iſt dieſe Kraft allezeit < L, oder kleiner, als das Gewicht des Körpers. Sie heißt das reſpective Gewicht von P, und giebt durch die Maſſe L dividirt, die beſchleunigende Kraft, die jeden Theil von P zum Herabfallen längſt der Fläche AB treibt, oder die

reſpective Schwere = ſin o, wobey die abſolute Schwere = 1 geſetzt iſt.

Zieht nun an dieſem Körper eine Kraft K, und ſollicitirt ſeinen Schwerpunkt nach der Richtung P R K, welche mit der Fläche A B den Winkel P R Q = u macht, ſo wird ſich auch K oder P R in die beyden Theile P Q = K. ſin u und Q R = K. coſ. u zerlegen laſſen, wovon der erſte gegen die Fläche ſenkrecht wirkt, und durch ihre Feſtigkeit aufgehoben wird, der andere aber den Körper nach der Richtung Q R aufwärts zieht.

Soll alſo der Körper durch den Zug von K nur gerade erhalten werden, ſo muß dieſer letzte Theil oder K coſ u das reſpective Gewicht L. ſin o gerade aufheben, alſo demſelben gleich ſeyn, weil beyder Richtungen entgegengeſetzt ſind. Es findet alſo zwiſchen K und L das Gleichgewicht ſtatt, wenn

$$K. \cos u = L. \sin o, \text{ oder wenn}$$
$$K : L = \sin o : \cos u.$$

Ex. 1. Iſt der Zug der Kraſt P K mit der Fläche A B gleichlaufend, ſo verſchwindet u, und ſein Coſinus wird = 1. Daher iſt für den Fall des Gleichgewichts K : L = ſin o : 1. Es iſt aber im Dreyecke A B C, ſin o : 1 = A C : A B. Oder das Gleichgewicht findet ſtatt, wenn ſich die **Kraft zur Laſt verhält, wie A C : A B, d. i. wie die Höhe der ſchiefen Ebne zur Länge derſelben.**

Ex. 2. Iſt der Zug der Kraſt P K **horizontal,** oder mit B C parallel, ſo wird u der Wechſelswinkel von o, alſo coſ u = coſ o. Daher iſt fürs Gleichgewicht K : L = ſin o : coſ o, d. i. im Dreyecke A B C, = A C : B C. Oder das Gleichgewicht findet ſtatt, wenn ſich die **Kraft zur Laſt verhält, wie A C : B C, d. i. wie die Höhe der ſchiefen Ebne zur Grundlinie.**

Ex. 3. Iſt u gerade das Complement von o, ſo wird coſ u = ſin o, alſo K = L, und die Kraft muß der Laſt gleich ſeyn, wenn ſie dieſelbe erhalten ſoll. Wird u noch größer, ſo muß auch K > L werden.

Die Kraft vermag am meiſten, wenn coſ u ſo groß, als möglich, d. i. = 1, iſt; alſo im Falle des erſten Exem-

pels, oder wenn ſie gleichlaufend mit der ſchiefen Ebne zieht. Alsdann wirkt ſie ganz dem reſpectiven Gewichte der Laſt entgegen, und braucht alſo nur ſo groß als dieſes zu ſeyn. In allen andern Richtungen muß ſie größer ſeyn, weil ein Theil von ihr blos Druck gegen die Fläche erzeugt, und auf die Laſt gar nicht wirkt.

Wenn im erſten Exempel die Kraft K durch BA gegangen iſt, ſo hat ſie die Laſt L, ihrer Schwere entgegen, durch eine ſenkrechte Höhe = CA gehoben. Alſo iſt der Weg von K zum Wege von L, wie BA zu CA, oder wie L : K. Im zweyten Exempel wird die Laſt durch CA ſenkrecht gehoben, indem die Kraft durch einen Raum = BC geht. Alſo ſind die Wege von K und L, wie BC zu CA, oder auch wie L und K. Man ſieht hieraus, daß ſich auch hier die Wege umgekehrt, wie die im Gleichgewichte ſtehenden Kräfte, verhalten, oder daß eben ſo viel an Raum und Geſchwindigkeit verlohren wird, als man an Kraft gewinnt.

Der Druck gegen die Fläche AB iſt nach dem vorigen wegen der Laſt = L. coſ o, und wegen der Kraft = K. ſin u. Der letztere Theil iſt negativ, wenn die Richtung der Kraft, wie Pk, ſo weit aufwärts geht, daß ihr Durchſchnitt mit der Fläche, oder r, unterhalb Q fällt, oder der Winkel u eine der vorigen entgegengeſetzte Lage bekömmt. Alsdann zieht die Kraft den Körper P von der Fläche abwärts. Die Summe des ganzen Drucks iſt

$$L. \cos o + K. \sin u$$

wo ſin u mit dem gehörigen Zeichen zu nehmen iſt. Im Ex. 1., wo ſin u verſchwindet, iſt dieſer Druck = L. coſ o; im Ex. 3., wo coſ o = ſin u und K = L, wird er = 2 L. coſ o; oder, wenn die Kraft vertikal aufwärts zieht (wo ſin u = — coſ o) = Null, u. ſ. w.

Bey dieſer ganzen Theorie wird vorausgeſetzt, daß die Fläche den Punkt Q hindere, nach der Richtung PQ fortzugehen, welches geſchieht, wenn ſie den Körper entweder in Q ſelbſt, oder wenigſtens in zween Punkten der Linie AB auf beyden Seiten von Q berühret. Findet die Berührung nur auf einer Seite von Q ſtatt, ſo fällt der Körper

nach der andern Seite zu eben ſo um, wie auf der wagrechten Fläche, wenn ſein Schwerpunkt nicht unterſtützt iſt.

Ich habe dieſe Theorie der ſchiefen Fläche nach Herrn Käſtners Beyſpiel aus der Lehre von Zerlegung der Kräfte hergeleitet. Sehr leicht kan man ſie aus Stevins Grundſatze vom Gleichgewichte dreyer Kräfte überſehen, ſ. Gleichgewicht. Zieht man nemlich in der Figur noch Qm mit PM parallel, ſo ſind die drey Seiten des Dreyecks PQm gleichlaufend mit den Richtungen der Kraft PR, der Laſt PM, und des Widerſtands der Fläche nach QP. Im Gleichgewichte alſo werden ſich dieſe drey Kräfte, wie die drey Seiten Pm, mQ, QP, oder wie die Sinus der ihnen gegenüberſtehenden Winkel Q, P, m verhalten. Es iſt aber der Winkel Q = o; P = 90° — u; und der Nebenwinkel von m = Q + P = 90° — u + o. Daher

$$K : L = \sin Q : \sin P = \sin o : \cos u$$

$$\text{Druck gegen die Fl.} : K = \sin m : \sin Q = \cos(u - o) : \sin o$$

$$\text{Druck gegen die Fl.} : L = \sin m : \sin P = \cos(u - o) : \cos u$$

woraus ſich auch leicht der vorige Ausdruck für den Druck gegen die Fläche herleiten läſt.

Stevins Satz iſt nur für einen Grundſatz nicht einleuchtend genug, um ihn ohne Beweis anzunehmen, und mit Varignon die ganze Statik darauf zu bauen, obgleich ſein Erfinder eine ſehr ſinnreiche Beſtätigung deſſelben anführt. Man denke ſich, ſagt er, um das ganze Dreyeck ABC (Taf. XXI. Fig. 131.) eine zuſammenhängende Kette von lauter gleich großen und gleich ſchweren Gliedern gelegt. Die Theile AB und AC werden durch ihr Gewicht nach verſchiedenen Seiten ziehen. Wenn ſie ſich nun nicht das Gleichgewicht hielten, ſo würde der ſtärkere Theil den ſchwächern bewegen, woraus eine ewige Bewegung der Kette um das Dreyeck entſtehen würde. Da nun dies anzunehmen thöricht iſt, ſo muß man zugeben, daß Gewichte oder Kräfte, die nach den Seiten eines Dreyecks wirken, wenn ſie ſich, wie die Längen der Seiten verhalten, im Gleichgewichte ſind. Hiebey iſt zwar die dritte Seite BC horizontal angenommen; man ſieht aber leicht, daß man dieſen Experimentalbeweis mit einiger Veränderung auch auf Dreyecke, deren

Grundlinie ſchief liegt, anwenden, und ſo eine allgemeine Beſtätigung des Geſetzes vom Gleichgewichte dreyer Kräfte daraus herleiten könne.

Unmittelbar lehrt **Stevins** Betrachtung nur den Satz, daß ſich zwey Gewichte K und L, Taf. XXI. Fig. 132, die auf den Seiten eines Dreyecks ABC von wagrechter Grundlinie liegen, im Gleichgewichte, wie AC: AB verhalten müſſen. Dies fließt aus der vorigen Theorie ſo. Ihre reſpectiven Gewichte ſind K. ſin C und L. ſin B. Dieſe müſſen gleich ſeyn. Alſo K : L = ſin B : ſin C = AC : AB.

Andere mechaniſche Schriftſteller, z. B. **Wolf** (Anfangsgr. der Mechanik, Halle, 1716. 8. §. 113 u. f.) gründen die Beweiſe dieſer Theorie auf die Lehre vom Hebel. Sie ſtellen ſich Fig. 130. die Laſt L in einem Punkte der Linie PM vor, nach deren Richtung ſie wirkt, und betrachten den Berührungspunkt Q als den Ruhepunkt eines Winkelhebels, deſſen beyde Arme QP und der aus Q auf PM gefällte Perpendikel ſind. Hieraus folgt nun nach der Theorie des Hebels, daß ſich K und L beym Gleichgewicht, wie die Perpendikel aus Q auf PM und PK verhalten. Dieſe Perpendikel aber ſtellen, wenn man PQ für den Sinustotus annimmt, die Sinus der Winkel QPM und QPK vor, deren erſter = o, der zweyte 90° — u iſt. So folgt K : L = ſin o : coſ u. Die beyden beſondern Sätze in Ex. 1 und 2 laſſen ſich auf dieſem Wege ſehr leicht, und ohne alle Betrachtung trigonometriſcher Linien erweiſen. Aber die Vorſtellung, daß Q der Ruhepunkt eines Winkelhebels ſey, hat etwas erzwungenes. Sie iſt für die Fälle, wo der Körper die Fläche AB in mehrern Punkten berührt, undeutlich, und für die, wo er ſie in Q gar nicht berührt, unnatürlich.

In der Ausübung macht das Reiben beträchtliche Ausnahmen von dieſer Theorie. Es fällt zwar großentheils weg, wenn der Körper P eine Kugel oder Walze iſt, weil er ſich alsdann auf der Fläche nicht ſchiebt, ſondern rollet, ſ. Reiben. In andern Fällen aber, z. B. wenn er ein Parallelepipedum iſt, richtet ſich ſein Reiben nach der

Größe ſeines Drucks gegen die Fläche, welcher = L. coſ o iſt. Dieſes Reiben verhindert ihn zu fallen, wenn gleich die Fläche ein wenig ſchief iſt, bis endlich der Winkel o ſo groß wird, daß das reſpective Gewicht L. ſin o dem Reiben gerade gleich iſt. Alsdann darf man den Winkel o nicht weiter vergrößern, wenn der Kerper nicht fallen ſoll. Dieſer Winkel o heißt der **Ruhewinkel.** Er zeigt, wie ſich das Reiben zum Drucke verhalte, nemlich wie L. ſin o : L. coſ. o, d. i. wie tang o : 1, oder wie die Tangente des Ruhewinkels zum Sinustotus. Verſuche hierüber ſind beym Worte **Reiben** angeführt.

Kugeln und Cylinder, die auf ſchiefen Flächen liegen, hindert das Reiben wenigſtens herabzuglitſchen. Wenn man alſo ihr Rollen verhütet, oder gar ein Rollen nach der entgegengeſetzten Seite veranlaſſet, ſo bleiben ſie ſtehen, oder laufen gar aufwärts. Ein Cylinder z. B. deſſen nach A (Fig. 130.) gekehrte Helfte von Bley, die nach B gekehrte von Holz iſt, hat ſeinen Schwerpunkt nicht in P, ſondern weiter nach A zu. Er rollt daher ſo, daß die ſchwerere Helfte herabwärts geht, und ſteigt auf der Fläche in die Höhe, bis ſein Schwerpunkt in die Linie PQ kömmt. Dieſes ſcheinbare Steigen iſt doch im Grunde ein Sinken, weil der Schwerpunkt am Ende tiefer ſteht, als zuerſt. Von dieſem Cylinder mit ungleichſchweren Seiten handlet **Deſaguliers** (Courſe of exper. philoſ. Vol. I. Lect. 1. annot. 12.) und analytiſch **Käſtner** (Deutſche Schriften der königl. Geſ. der Wiſſ. Göttingen, 1771. S. 113.). Wenn man dem Schwerpunkte nur ein kleines Uebergewicht verſtattet, ſo erhält man eine Kraft, die ein inwendig angebrachtes Räderwerk umtreiben, und durch ein Hemmwerk ſo regulirt werden kan, daß das Aufſteigen oder Herabgehen des Cylinders ein darinn eingeſchloßnes Uhrwerk treibt. Eine ſolche Uhr, die ſich ſelbſt eine ſchiefe Fläche hinabtreibt, und durch das Aufwälzen wieder aufgezogen wird, beſchreibt **Robert Wheeler** (Philoſ. Transact. n. 161. p. 647.). Dahin gehört auch der doppelte Kegel, der über zwoen ſchiefen Flächen aufwärts zu rollen ſcheint, indem ſein Schwerpunkt, welcher in der That ſinkt, Stellen, die ſeinen Spi-

ſzen näher liegen, an höhere Punkte der beyden Flächen bringt. Von dieſem Kegel handlet **Kraft** (Explicatio phaenomeni paradoxi de adſcenſu coni duplicis in altum ſpontaneo Comm. Nov. Acad. Petrop. To. VI. p. 389.). Wäre das Reiben nicht ſtark genug, ſo würde ſich ein ſolcher Kegel zurückſchieben, und nicht rollen.

Die ſchiefe Fläche wird oft gebraucht, um Laſten nach und nach zu erheben, wie die Winde der Schifsbaumeiſter die Schiffe auf einen ſchrägen Boden heraufzieht. Bisweilen wird auch die Fläche ſelbſt fortgeſchoben, um eine Laſt, die nicht ausweichen kan, dadurch zu erheben, daß man nach und nach höhere Theile der Fläche unter ſie bringt. Eine ſchöne Anwendung hievon iſt die Vorrichtung zu Rechtſtellung geſunkener Balken in Gebäuden, welche **Sheldon** und **Polhem** (Schwed. Abhdl. 1746. S. 45 u. f.) beſchreiben, und die man auch im **Büſch** (Verſuch einer Mathem. zum Nutzen und Vergnügen des bürgerl. Lebens, Hamburg, 1776. 8. Mechanik, §. 43.) erklärt findet. Wenn der Widerſtand, den man überwinden ſoll, ſchief gegen den Horizont wirkt, ſo braucht man Flächen, die gegen dieſen Widerſtand ſchief ſind, und ſo kan ſelbſt eine Horizontal- oder Scheitelfläche als ſchiefe Ebne gebraucht werden. Auf die Sätze von der ſchiefen Fläche gründen ſich übrigens die Theorien der Schraube und des Keils, ſ. **Schraube, Keil.**

Von dem Falle der Körper auf ſchiefen Ebnen, ſ. **Fall der Körper** (Th. II. S. 127 u. f.). Er erfolgt nach eben den Geſetzen wie der freye Fall; nur langſamer, weil die Körper blos von ihrer reſpectiven Schwere getrieben werden, welche = ſin o iſt. Daher ſind die Formeln für den Fall auf ſchiefen Ebnen ganz einerley mit den Formeln für den freyen Fall, nur daß in jenen da ſin o geſetzt werden muß, wo beym freyen Falle 1 geſetzt iſt.

Käſtner Anfangsgr. der angewandten Mathem. Mechanik. Göttingen, 1780. 8. §. 95 u. f.

Schielen, Strabiſmus, Luſcitas relativa, *Strabiſme.* Dieſer Geſichtsfehler beſteht darinn, daß die Schie-

lenden (Strabones, *Strabites*, *Louches d'un oeil*) die Axe des einen Auges auf die Seite wenden, indem ſie mit dem andern gerade auf einen Gegenſtand ſehen. Vom Schielen unterſcheidet ſich das **Schiefſehen** (Luſcitas, Viſus obliquus) dadurch, daß der Schiefſehende (Luſcus, *Louche des deux yeux*) mit beyden Augen nur das ſeitwärts liegende deutlich ſieht, und alſo, um etwas deutlich zu betrachten, beyde Augen zugleich auf die Seite wendet, ſ. **Geſichtsfehler**.

De la Hire (Sur les differens accidens de la vue. Mém. de Paris. 1694.) erklärt das Schielen für einen Fehler im innern Bau des Auges, wobey der empfindliche Theil der Netzhaut nicht in die Richtung der Augenaxen, ſondern etwas mehr zur Seite falle. Dieſer Theorie zufolge würde das Schielen unheilbar ſeyn; aber ſie iſt wohl nicht die richtige, und macht mehr das Schiefſehen, als das eigentliche Schielen mit einem Auge begreiflich.

Die gemeine Meinung iſt, daß dieſer Fehler von einer allzuſtarken Zuſammenziehung gewiſſer Augenmuſkeln, und der Erſchlaffung ihrer Antagoniſten herkomme, und ſeinen erſten Grund in einer in der Kindheit angenommenen Gewohnheit habe. Die ältern Aerzte ſchrieben deswegen vor, die Kinder eine Art von Maske mit Löchern oder Röhren vor den Augen tragen zu laſſen, damit man ſie nöthige, beyde Augenaxen in gehöriger Uebereinſtimmung gerade auf den Gegenſtand zu richten.

D. Jurin (ſ. Smiths Lehrbegrif der Optik, nach der deutſchen Ausgabe von Käſtner, S. 395 u. f.) bemerkte, daß bey den Schielenden der Augapfel des einen Auges gehörig in der Mitte bleibt, der andere aber gewöhnlich nach der Naſe hin, oder auch nach andern falſchen Richtungen gezogen wird, ſo daß die beyden Axen niemals auf einerley Punkt gerichtet ſind. Er glaubt, ein Kind gewöhne ſich zu dieſem Fehler, wenn man es in der Wiege ſo lege, daß es das Licht oder eine andere in die Augen fallende Sache nur mit einem Auge ſehen könne. Sey es einmal in dieſer Gewohnheit beſtärkt, ſo würden die vorgelegten Masken nichts helfen. Er räth vielmehr, das Kind wenn es die Augen zu richten verſteht, vor ſich treten, das ſchielende Auge zuſchlie-

ßen, und ſich mit dem unverwendeten anblicken zu laſſen. Wenn es alsdann das geſchloßne Auge öfne, ſo werde man es durch anhaltende Bemühung ſo weit bringen können, daß auch dieſes ſonſt ſchielende Auge wenigſtens eine kurze Zeit mit dem andern übereinſtimmend gerichtet bleibe. Dieſen Verſuch müſſe man unabläßig wiederholen, und in der Folge auch in andere Entfernungen und ſeitwärts gegen das Kind treten, wodurch ſich die üble Gewohnheit immer mehr vermindern werde. Erwachſene könnten dieſes alles mit Hülfe eines Spiegels für ſich allein thun; nur werde deſto mehr Geduld erfordert, je älter die Gewohnheit ſey.

Herr von Büffon (Mém. de Paris, 1743. p. 329 ſqq.) hat durch ſorgfältige Unterſuchungen erwieſen, daß die Haupturſache des Schielens in der ungleichen Güte beyder Augen liege. Wenn ein Auge viel ſtärker, als das andere, iſt, ſo iſt das Bild in dem ſchärfern Auge deutlicher, als in dem ſtumpfern, und ſolche Perſonen ſehen mit einem Auge allein deutlicher, als mit beyden zugleich. Es iſt daher kein Wunder, wenn ſie ſich gewöhnen, das gute allein zu brauchen, und das andere auf die Seite zu kehren. Buffon glaubt, wenn die Ungleichheit allzugroß ſey, ſo ſey es unmöglich, das Schielen zu heben, man müßte denn die Augen durch den Gebrauch ſchicklicher Gläſer gleicher machen. Je geringer die Grenzen des deutlichen Sehens ſind, deſto mehr Einfluß hat die Ungleichheit der Augen auf die Deutlichkeit der Bilder. Da nun dieſe Grenzen durch mehr Uebung des Auges größer werden, und ſich auf beyden Seiten erweitern, ſo ſchielen Erwachſene nicht ſo häufig, als Kinder, und dieſer Geſichtsfehler verliert ſich oft von ſelbſt mit den Jahren. Als das beſte Heilmittel ſchlägt er vor, das ſchwächere Auge durch beſtändige Uebung zu ſtärken, und zu dem Ende das gute auf eine lange Zeit ganz zu bedecken, welches er auch durch Erfahrungen einiger Oculiſten und Aerzte beſtätiget. Daß Schielende das ſchwächere Auge gegen die Naſe kehren, erklärt er daraus, weil ſich in dieſer Lage die Richtung deſſelben von der Richtung des ſtärkern am meiſten entfernet, auch viele Gegenſtände von der Naſe verdeckt werden, deren undeutliche Bilder ſonſt das

ſcharfe Sehen hindern würden. Er fügt hinzu, bey einigen Schielenden ſey durch Bedeckung des guten Auges in wenigen Minuten das ſchlechte durch Anſtrengung ſo ſtark geworden, daß ſie ſelbſt darüber erſtaunt wären; und in ſolchen Fällen könne man ſich von einer längern Bedeckung die beſten Folgen verſprechen.

D. Reid (Inquiry into the human mind. p. 253 ſqq.) hat mehr als zwanzig Schielende unterſucht, und bey allen eine ausgezeichnete Schwäche des einen Auges gefunden. Vier von ihnen konnten noch mit dem ſchwachen Auge etwas deutlich ſehen, wenn das gute geſchloßen war: die übrigen ſahen mit dem ſchlechten allein gar nichts deutlich. Die Mittelpunkte der Augäpfel aber waren bey ihnen eben ſo gut mit einander übereinſtimmend, wie bey andern Perſonen. D. Hartley (Obſervations on Man. Vol. I. p. 215.) bemerkt noch, daß die Einwirkung des Lichts auf die flechſenartigen Enden der gerade ſeitwärts ziehenden Augenmuſkeln etwas zur Verwendung der Augen beytragen könne. Dieſe Enden reichen bis an die Hornhaut, und ſind folglich der Wirkung des Lichts bey ofnem Auge ſehr blos geſtellt, dahingegen der aufziehende und herabziehende und die ſchiefen Muſkeln ganz bedeckt ſind. Wenn ſich nun rechter Hand ein heller Gegenſtand befindet, ſo fällt Licht auf das flechſige Ende des rechten abziehenden und des linken herziehenden Muſkels, welche ſich durch den Reiz zuſammenziehen, und beyde Augen nach dem Lichte wenden, daher ſich auch die Augen neugebohrner Kinder immer ſeitwärts nach dem Lichte oder Fenſter zu kehren.

Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel, S. 468 u. f.

Schießpulver, Pulvis pyrius, Pulvis tormentarius, *Poudre à canon ou à tirer.* Das Schießpulver iſt eine ſehr genaue und innige Miſchung von Salpeter, Kohlen und Schwefel, welche mit äuſſerſter Geſchwindigkeit Feuer fängt, und dabey, wenn ſie eingeſchloßen iſt, eine gewaltige Exploſion veranlaſſet. Der Gebrauch dieſer Materie in der Geſchützkunſt und Feuerwerkerey iſt allgemein bekannt.

Die Erfindung des Schießpulvers wird nach der gemeinen Sage einem deutſchen Mönche **Barthold Schwarz** zugeſchrieben, der im 14ten Jahrhunderte gelebt haben ſoll; allein nach Herrn **Beckmanns** Anführungen (Anleitung zur Technologie, S. 342 u. f.) ward es ſchon im 12ten Jahrhunderte zu Sprengung des Geſteins im Rammelsberge bey Goslar gebraucht; auch wird es von **Roger Bacon** (Opus maius ex ed. D. *Sam. Jebb.* Lond. 1733. fol.) im 13ten Jahrhunderte als eine bekannte Sache erwähnt, daß man durch die Gewalt des Salpeters eine pergamenene Patrone von der Größe eines Daumens mit heftigem Blitz und Knall zerſprengen könne. **D. Jebb** beſtätigt in der Vorrede zu dieſer Ausgabe, daß ſich unter den Handſchriften des **D. Mead** auf der Bibliothek zu Oxford ein Buch eines **Markus Gräcus** (Liber Ignium) befinde, worinn eine Miſchung von 2 Pfund Kohlen, 1 Pfund Schwefel und 6 Pfund Salpeter zu Feuerwerken vorgeſchrieben werde, welches Buch weit älter, als die Erfindung der Geſchütze, ſeyn müſſe, weil es deren nicht erwähne. Den Chineſern ſoll der Gebrauch des Schießpulvers noch eher, als den Europäern, bekannt geweſen ſeyn. **Robins** muthmaſſet, der Zufall **Schwarzens** (da die Entzündung des Pulvers einen Stein, der den Mörſel bedeckte, in die Höhe warf) habe Gelegenheit gegeben, das längſt bekannte Schießpulver zum groben Geſchütze zu brauchen, aus dem man anfänglich nach Art der Alten ſteinerne Kugeln ſchoß oder warf, womit auch die Benennung der **Mörſer** übereinzuſtimmen ſcheint.

Das Verhältniß der Theile des Schießpulvers wird verſchiedentlich angenommen. In Deutſchland nimmt man nach **Hartwig** (in **Sprengels** Handwerkern Samml. X. S. 236.) auf 32 Theile Salpeter, 7 Theile Schwefel und 9 Theile Kohlen zum Kanonenpulver; 6 Theile Schwefel und 8 Theile Kohlen zum Musketenpulver; 4 Theile Schwefel und 6 Theile Kohlen zum Pürſch- oder Jagdpulver. **D. Ingenhouß** giebt 75 Theile Salpeter, $9\frac{1}{2}$ Schwefel, $15\frac{1}{2}$ Kohlen an. Die Chineſer nehmen 16 Theile Salpeter, 2 Schwefel und 5 Kohlen. Die in andern Ländern

üblichen Verhältniße findet man beym Macquer und Gren geſammlet. Nach Baume (Erläut. Experimentalchemie, Th. II. S. 604.) und d'Arcy (Eſſai d'artillerie. à Paris, 1754.) vermehrt der Schwefel die Kraft des Pulvers. Es iſt aber gewiß, daß er in allzugroßem Verhältniße das Gegentheil thut, und die von Ingenhouß aus dem Manuel d'artificier beygebrachten Verſuche lehren, daß Schießpulver ohne Schwefel beym groben Geſchütze von der beſten Wirkung iſt. Dagegen macht aber der Schwefel die Entzündung ſchneller und ſicherer.

Dieſe Ingredienzien werden auf den Pulvermühlen unter gelinder Befeuchtung klar oder zu Mehlpulver geſtampft, welches alsdann vermittelſt des Durchdrückens durch Siebe gekörnt, durch Umdrehung in einer holen Walze oder Tonne geglättet und in der Wärme getroknet wird. Es entſteht hieraus eine körnichte Maſſe, in welcher der Salpeter mit einer erſtaunlichen Geſchwindigkeit verpuft, ſo daß die größten Mengen dieſes Pulvers durch Entzündung eines einzigen Körnchens in einem Augenblicke auffliegen, und durch den plötzlichen Ueberfluß der dabey entwickelten elaſtiſchen Materien die ſchrecklichſten Wirkungen hervorbringen.

Hawksbee (Philoſ. Trans. Num. 295.) bewieß durch folgenden Verſuch, daß die Entzündung des Schießpulvers eine elaſtiſche Materie erzeuge. Er brachte ein glühendes Eiſen unter die Glocke der Luftpumpe, zog die Luft heraus, ließ ein wenig Pulver darauf fallen, und ſahe, daß das Queckſilber in dem Elaſticitätszeiger bey der Entzündung ſehr tief herabfiel, und darauf zwar wieder ſtieg, aber ſeine vorige Höhe bey weitem nicht erreichte. Eine geringe Quantität Pulver brachte das Queckſilber auf 12¼ Zoll herab, wenn es zuvor bey ausgeleerter Glocke auf 29½ Zoll geſtanden hatte. Mithin war die Glocke mit einem elaſtiſchen Fluidum angefüllt, das ſich aus dem wenigen Pulver entbunden hatte. So zeigt er auch (Phyſico-mechanical experiments, p. 81.), daß das Abbrennen des Pulvers in eingeſchloßner Luft die Menge dieſer Luft vermehrt. Man hat ſeitdem die Gewalt des Pulvers einſtimmig dieſer entwickel-

ten elaſtiſchen Materie zugeſchrieben. De la Hire (Mem. de Paris, 1702.) glaubte zwar, es laſſe ſich alles von der atmoſphäriſchen Luft herleiten, die im Pulver und zwiſchen den Körnern deſſelben ſtecke, und deren Elaſticität blos durch die Hitze der Entzündung verſtärkt werde; aber dieſe Erklärung iſt offenbar unzureichend.

Newton (Optice lat. redd. a *Sam. Clarke.* Lond. 1706. 4. L. III. quaeſt. 10. p. 295.) vermuthet, dieſe elaſtiſche Materie ſey ein in Dämpfe verwandleter Salpetergeiſt, der durch die Schwefelſäure entwickelt, mit Ungeſtüm aus der Subſtanz des Salpeters hervorbreche, wie etwa der Waſſerdunſt aus einer Windkugel. Dieſer Dampf des Salpetergeiſts werde durch die Hitze glühend, und zeige ſich als Flamme; die in den Salpeter eindringende Schwefelſäure verurſache darinn ein ſtarkes Aufbrauſen (fermentatio) und viele Hitze, die ſelbſt die feſte Subſtanz des Salpeters in Dämpfe verwandle, und dadurch die Exploſion ſehr heftig mache.

Johann Bernoulli (Diſſ. de effervescentia et fermentatione. Baſil. 1690. 4. et in Opp. To. I. num. 1. §. 22.) betrachtet die elaſtiſche Materie des Pulvers nur als gewöhnliche Luft, die aber im Pulver über 100mal mehr, als im natürlichen Zuſtande, zuſammengedrückt ſey. Auch Papin folgerte aus ſeinen Verſuchen, es ſey im Salpeter eine ſtark zuſammengepreßte Luft eingeſchloßen, ſo daß 6 Gran Pulver wenigſtens 1 Gran wirkliche Luft enthielten, und ein Italiäner Brachi (Suppl. al Giornale de letterati d'Italia To. I. n. 8.) giebt die Dichte dieſer eingepreßten Luft 450mal größer an, als die der natürlichen. Daniel Bernoulli (Hydrodynam. Argent. 1738. Sect. X.) ſucht aus Verſuchen und aus ſeiner Hypotheſe über die Urſache der Elaſticität zu erweiſen, daß die im Pulver enthaltene Luft 10000mal dichter und elaſtiſcher, als die gewöhnliche ſey. Man hat ihm eingewendet, das Pulver ſelbſt ſey nicht viel über 800—1000mal dichter, als die gewöhnliche Luft; alſo könne ſein Satz nicht beſtehen, wenn auch gleich das ganze Pulver nichts als verdichtete Luft wäre. Man ſieht aber wohl, daß ſich alle dieſe Meinungen auf die Idee von

eingekerkerter Luft, und alſo auf ein Misverſtändniß gründen, welches erſt in neuern Zeiten durch richtigere Begriffe von Entwickelung der Gasarten gehoben werden konnte.

Die Chymiker betrachteten indeß die Phänomene des Schießpulvers von einer andern Seite, und hielten ſie mit Recht für eine Folge des gewöhnlichen Verpuffens, welches hier nur ſchneller als ſonſt, und augenblicklich durch die ganze Maſſe des Pulvers verbreitet werde. Man hat aber wenig Erklärungen dieſes Verpuffens gewagt. Macquer, um Stahls Theorie deſſelben deutlicher zu machen, nimmt dazu einen durch Vereinigung der Salpeterſäure mit dem Brennbaren entſtehenden Salpeterſchwefel an, der ſo entzündlich ſey, daß er keinen Augenblick, ohne zu glühen, beſtehen könne, ſ. Verpuffen. Uebrigens ſetzt er das Weſentliche des Schießpulvers blos in den Salpeter und die Kohlen, und glaubt, der Schwefel befördere blos die Geſchwindigkeit der Entzündung.

Prieſtley (Exp. and obſev. relating to various branches of natural philoſophy. London, 1779. 8. p. 255.) erinnert dagegen, es würde dieſer Salpeterſchwefel ohne gemeine Luft doch nicht brennen können, die Luft aber, worinn ſich das Pulver entzünde, würde durch das entbundene Brennbare bald phlogiſtiſirt ſeyn, und das Brennen nicht weiter befördern. Er erklärt daher die Entzündung des Pulvers, ſo wie das Verpuffen überhaupt, aus der dephlogiſtiſirten Luft, welche ſich bey der Glühhitze aus dem Salpeter in Menge entwickelt, und in welcher alle entzündliche Körper ſchnell und heftig mit Glanz und Kniſtern verbrennen. Er nimmt an, daß hiebey auch die Salpeterſäure entbunden, und vielleicht mit zu Hervorbringung der dephlogiſtiſirten Luft oder einer andern Gasart verwendet werde.

D. Ingenhouß (Verſuch einer neuen Theorie über das Schießpulver in deſſ. Vermiſchten Schriften, Wien, 1784. gr. 8. B. I. S. 305 u. f.) wendet dagegen ein, die dephlogiſtiſirte Luft allein knalle nicht, ohne mit brennbarer vermiſcht zu ſeyn; auch ſey ihm die Erzeugung eines Salpetergeiſtes hiebey nicht wahrſcheinlich, da man in offner

Luft durch bloßes Glühen des Salpeters dergleichen niemals erhalte. Er glaubt daher, daß ſich aus den Kohlen zugleich brennbare Luft entwickle, welche mit der dephlogiſtiſirten aus dem Salpeter eine Knallluft bilde, deren Explosion die glühenden Theile mit Gewalt durch die übrigen werfe, und daher Entzündung und Abknallen mit erſtaunlicher Geſchwindigkeit verbreite.

Hiegegen läßt ſich wiederum mit Herrn Gren einwenden, daß allen Erfahrungen gemäß brennende Kohlen nur Luftſäure geben und die Luft phlogiſtiſiren, dagegen man brennbare Luft aus ihnen nur durch trokne Deſtillation erhält. Man hat auch eben nicht nöthig, beym Abbrennen des Pulvers gerade eine Knallluft zu ſuchen, da die gewaltſamen Wirkungen ſchon aus der ſchnellen und häufigen Entwickelung luftförmiger Stoffe überhaupt, und aus der ſtarken Ausdehnung derſelben in der Hitze begreiflich werden. Ueberdies wird auch noch das Kryſtalliſationswaſſer des Salpeters ausgetrieben, und in elaſtiſchen Dampf, vielleicht gar in dephlogiſtiſirte Luft, verwandlet, und die Kohlen geben, wonicht inflammable, doch wenigſtens fixe Luft in ziemlicher Menge her. Herr Lichtenberg (in Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. §. 432.) äuſſert noch, wenn eine Knallluft entſtehe, und durch das Abbrennen, nach Cavendiſh, Watt und Lavoiſier, in Waſſer verwandlet werde, ſo würden auch die dadurch entſtehenden Waſſerdämpfe die Menge der elaſtiſchen Materien vermehren. Die Luft, welche nach der Entzündung des Schießpulvers noch übrig bleibt, hat Herr Achard (in Crells chemiſchen Annalen, 1784. 12 St. S. 484.) als nitröſe und fixe Luft befunden. Darinn bleibt alſo wenigſtens ein Theil der Salpeterſäure zurück.

Die Menge des Gas, welches im Augenblicke der Entzündung hervorgebracht wird, ſetzt Robins im Zuſtande der Erkaltung auf das 244fache Volumen des Schießpulvers; er glaubt aber, daß ſie durch die Hitze der Entzündung eine 4mal ſtärkere Elaſticität erhalte, und ſich alſo bis auf das 976fache oder faſt 1000fache Volumen des feſten Pulvers auszudehnen ſtrebe. Der Graf von Saluce (Miſcellanea philoſ. math. ſocietatis priv. Taurinenſ. p.

105.) nimmt für die Temperatur der Atmoſphäre das 222fache Volumen an, welches auch mit Hawksbee, Amontons und Belidors Angaben übereinſtimmt. D. Ingenhouß ſchließt aus einem Verſuche mit der elektriſchen Piſtole (wobey die Knallluft abbrannte, ohne daß die Piſtole losgieng, das Volumen der Knallluft aber bis über die Helfte vermindert ward), es gehe wenigſtens die Helfte der Gasarten durch die Entzündung verlohren; daher laſſe ſich die Menge im erſten Augenblicke auf das 2000fache Volumen des Schießpulvers ſchätzen. Er hält dies für ſehr wahrſcheinlich, weil man nach Fontana Verſuchen aus ſoviel Salpeter und Kohlen, als in einem Cubikzolle Schießpulver befindlich ſind, 552 Cubikzoll dephlogiſtiſirte Luft und 17 Cubikzoll Gas aus den Kohlen erhalten könne, welches bey vierfacher Ausdehnung durch die Hitze 2208 + 68 = 2276 Cubikzoll Gas aus 1 Cubikzoll Pulver gebe.

Die augenblickliche Erzeugung einer ſo erſtaunlichen Menge elaſtiſcher Materie erklärt die Gewalt des Schießpulvers, beſonders in eingeſchloßenen Räumen, hinreichend. Auch haben Robins u. a. die Theorie der Geſchütze hierauf ſehr gut gegründet, noch ehe man recht wuſte, welche Bewandniß es mit der Entwicklung der Gasarten und mit der Luftgeſtalt der Materie habe. Ein gewiſſer Matthey zu Turin hat eine Windbüchſe erfunden, welche dadurch geladen wird, daß man in ihrer Kammer 2 Unzen Schießpulver abbrennt. Das aus dieſem Pulver entwickelte Gas, in dem engen Raume der Kammer zuſammengepreßt, reicht zu 18 Schüſſen auf 60 Schritte weit. Dieſe Windbüchſe beſchreiben de la Condamine (Extrait d'un journal de voyage d'Italie, Mém. de Paris. 1757. p. 405.) und Antoni (Examen de la poudre, traduit par le Vicomte *de Flavigny*. Paris, 1773. 8.).

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Schießpulver.

Neue Grundſätze der Artillerie, a. d. engl. des Hrn. Benj. Robins überſ. mit Anm. von Leonh. Euler. Berlin, 1745. 8.

Joh. Ingenhouß Vermiſchte Schriften, überſ. u. herausg. von Nic. Carl Molitor, Wien, 1784. gr. 8. I Band, S. 305 u. f.

Gren ſyſtemat. Handbuch der geſammten Chemie, I Theil, §. 895 u. f.

Schlag, elektriſcher, elektriſche **Erſchütterung**, Exploſio electrica, Concuſſio ſ. Commotio electrica, *Exploſion ou Commotion électrique.* Wenn die beyden Elektricitäten eines geladnen elektriſchen Körpers durch eine leitende Verbindung ſo vereiniget werden, daß dieſe Verbindung noch an einer oder mehrern Stellen unterbrochen bleibt, ſo iſt die Entladung oder der Uebergang dieſer Elektricitäten in einander mit einer ſtarken Exploſion an den unterbrochnen Stellen begleitet, wobey ſich ein lebhafter Funken zeigt, und ein ſtarker knackender Laut gehört wird. Dieſe Exploſion heißt der **elektriſche Schlag**, und ihre Wirkungen ſind weit heftiger, als die des einfachen Funkens, den man gewöhnlich aus elektriſirten Leitern zieht. Wird in den Verbindungskreis ein lebender thieriſcher Körper oder ein Theil deſſelben gebracht, ſo verurſacht dieſe Entladung eine plötzliche Zuſammenziehung der Muſkeln, durch welche ſie ihren Weg nimmt, und eine höchſt unangenehme Erſchütterung der Nerven, wovon ſie auch den Namen der **elektriſchen Erſchütterung** erhalten hat. Dem heftigen Schlage der geladnen Glasplatten geben die Franzoſen den Namen des *Coup foudroyant* oder Wetterſchlags.

Bey den Worten **Flaſche, geladne, Quadrat, elektriſches, Batterie, elektriſche**, iſt von der Ladung und Entladung elektriſcher Körper, den dazu nöthigen Anſtalten, der Geſchichte dieſer Verſuche und den darüber entworfenen Theorien umſtändlich gehandlet worden. In dieſem Artikel alſo iſt nur noch von den Phänomenen und Wirkungen des Schlags oder der Erſchütterung ſelbſt das nöthigſte beyzubringen.

Wenn man beyde Seiten einer geladnen Flaſche oder Platte durch eine vollkommen leitende Verbindung, z. B. durch den Auslader vereinigen will, ſo iſt es nie möglich, die Enden der Verbindung plötzlich und auf einmal in unmittelbare Berührung mit beyden Belegungen zu ſetzen. Man muß doch mit beyden Enden des Ausladers, oder, wenn man das eine Ende zuvor angeſetzt hat, mit dem andern, auf die Belegung zu fahren. Während dieſes Hinfahrens giebt es ei-

nen Augenblick, in welchem das Ende der Verbindung gerade ſo weit von der Belegung abſteht, als zur Entſtehung eines Schlags erfordert wird, welchen Abſtand man die Schlagweite nennt. In dieſem Augenblicke bricht der Schlag aus, die Elektricität dieſer Seite dringt in Geſtalt eines Funkens durch die Luft, die ſich noch zwiſchen dem Ende der Verbindung und der belegten Seite befindet; indeß die Elektricität der andern Seite, die nun von jener nicht mehr gebunden wird, auf dem entgegengeſetzten Wege in das andere Ende der Verbindung übergeht. Im Augenblicke des Schlags alſo iſt die Verbindung allemal noch unterbrochen. Ich muſte dies erinnern, um die oben gegebne Definition des Schlags gegen den Einwurf zu ſichern, daß der Schlag auch erfolge, wenn man beyde Seiten durch einen vollkommnen ununterbrochnen Leiter z. B. den Auslader verbindet.

Iſt die Verbindung an mehrern Stellen unterbrochen, ſo entſteht bey jeder Unterbrechung eine Explosion oder ein Durchbruch der Elektricität durch das nichtleitende Zwiſchenmittel, mit einem Funken und Laute begleitet. Daher leuchten im Dunkeln alle Gelenke einer Kette, die einen Theil einer elektriſchen Verbindung ausmacht, und der Laut, den man bey Schlägen durch oft und ſtark unterbrochne Verbindungen hört, gleicht bisweilen einer Menge ſucceſſiver Laute oder einem Raſſeln.

Daher fühlt auch der menſchliche Körper die Erſchütterung vornehmlich an denen Stellen, wo die Verbindung ſeiner leitenden Theile unvollkommen oder unterbrochen iſt, d. i. in den Gelenken und auf der Bruſt. Bringt man Körper in die Verbindung, deren Theile ſchlecht leiten und deren Structur faſerigt iſt, z. B. ein Ey, eine Kugel von Elfenbein oder Buchsbaum, ſo erregt ein ſtarker Schlag, den man durch ihre Subſtanz gehen läſt, ſo viele Funken zwiſchen den Theilen, daß dieſe Körper im Dunkeln leuchtend und durchſichtig ſcheinen.

Da die beyden Elektricitäten eines geladnen Körpers einander binden, ſo kan ſich von keiner der Wirkungskreis ſo weit, als bey der einfachen Elektricität eines iſolirten Con-

ductors, erſtrecken. Daher iſt die Schlagweite bey geladnen Körpern immer gering, und die Funken ſind weit kürzer, dafür aber auch ungemein viel dichter und heftiger, weil geladne Körper weit mehr Elektricität halten, als die blos iſolirten Leiter. Dies verurſacht den ſo merklichen Unterſchied zwiſchen den Funken der einfachen und der verſtärkten Elektricität.

Wenn den Seiten des geladnen Körpers mehrere Verbindungskreiſe zugleich dargeboten werden, ſo geht der Schlag durch denjenigen, in welchem er den wenigſten Widerſtand findet. Die Stärke des Widerſtands aber kömmt nicht blos auf die Länge des Weges an, ſondern hängt auch zugleich von der Güte der Leiter und der Vollkommenheit der Verbindung ab.

Daher nimmt der Schlag nicht allemal den kürzeſten Weg, wenn ein längerer durch beſſere oder beſſer verbundene Leiter führt. Nimmt man eine Kette in beyde Hände, und faßt die geladne Flaſche ſo, daß die äuſſere Belegung und der Knopf von den Händen und der Kette zugleich berührt werden, ſo geht der Schlag durch die Perſon, wenn die Kette ſchlaff hängt: hingegen fühlt die Perſon nichts, oder nur wenig, wenn die Kette ſtraf angezogen wird, weil alsdann die genauere Berührung aller ihrer Glieder eine vollkommnere Verbindung ausmacht. Nimmt man auſſer der Kette noch einen Drath in die Hände, ſo geht der Schlag durch dieſen, die Perſon fühlt nichts, und die Kette leuchtet nicht im Dunkeln. Nach ähnlichen Geſetzen richtet ſich auch der Bliß, ſ. **Blitz** (Th. I. S. 379 u. f.).

Der elektriſche Schlag ſcheint die weitſten Verbindungskreiſe in einem Augenblicke zu durchlaufen. **Le Monnier** ließ ihn durch einen Drath von 950 Toiſen Länge gehen, ohne eine merkliche Zwiſchenzeit wahrzunehmen, und **Watſons** Verſuche hierüber, die ganz ins Große gehen, ſind beym Worte **Flaſche, geladne** (Th. II. S. 297.) angeführt. Dort iſt aber auch ſchon bemerkt, daß vielleicht jede Seite des geladnen Körpers einen eignen Strom veranlaſſet, wobey es ſehr begreiflich wird, daß beyde Ströme in ebendemſelben Augenblicke ausbrechen. Dies ſcheint

die Meinung von zwoen elektriſchen Materien ſehr zu begünſtigen; zumal da andere Verſuche anzuzeigen ſcheinen, daß die Entladungen durch Schläge doch eine kleine Zeit erfordern. Adams (Verſuch über die Elektricität, aus d. engl. Leipzig, 1785. gr. 8. S. 99.) führt an, es ſey ganz gewiß, daß man beyde Seiten einer geladnen Flaſche, ſogar durch die beſten Leiter, ſo ſchnell berühren könne, daß nicht alle Elektricität Zeit habe, den Umlauf zu machen, und die Flaſche nur halb entladen werde: es gebe auch Beyſpiele, in welchen die Bewegung ſichtbar langſam ſey, wenn man z. B. die Entladung ſo veranſtaltet, daß der Funken über die Oberfläche von Waſſer oder rohem Fleiſch gehen muß.

Die Stärke des Schlags richtet ſich nach der Größe der geladnen Oberfläche, und nach der Stärke ihrer Ladung. Man kan daher dieſe Stärke nach Gefallen vergrößern, wenn man die Menge des belegten Glaſes vermehrt, und Mittel anwendet, welche kräftig genug ſind, es zu laden. Daher geben die ſogenannten Batterien Schläge von fürchterlicher Stärke, und dünne Flaſchen oder Platten, welche ſich ſtärker laden laſſen, erſchüttern in höherm Grade, als dickere, auch Platten ſtärker, als Flaſchen.

Die Stärke des Schlags leidet nicht durch die Krümmungen des Weges, wohl aber durch deſſen Länge. Ein Schlag, der nur durch eine Perſon geht, iſt ſtärker, als der durch mehrere Perſonen, die einander bey den Händen halten. Dieſen leztern empfinden diejenigen am ſtärkſten, die den geladnen Körper unmittelbar berühren, die in der Mitte der Verbindung ſtehenden weniger.

Starke Schläge ſind vermögend, Thiere zu tödten. Prieſtley tödtete eine Ratze durch den Schlag von 6 Quadratſchuh belegter Fläche; Katzen durch 33—38 Quadratſchuh; ein Hund ward blind durch einen auf den Kopf gerichteten Schlag aus 62 Quadratfuß belegter Fläche. Fröſche hielten die ſtärkſten Schläge ohne Verluſt des Lebens aus (Geſchichte der Elektr. durch Krünitz, S. 428 u. f.). Beccaria (Lettere dell' elettriciſmo p. 129.) ließ einen Schlag durch den abgelöſeten Bauch eines Muſkels vom

Schenkel eines lebenden Hahnes gehen, indem die Enden des Muſtels in ihren gehörigen Inſertionen ſitzen blieben. Im Augenblicke des Schlags ward der Schenkel gewaltſam ausgeſtreckt, und der Muſkel ſchwoll an, ſo daß die Ausdehnung an der Sehne anfieng, und der Ausbreitung eines Fächers glich. Man ſieht aus dieſen gefährlichen Wirkungen, wie vorſichtig ein Experimentator Verſuche dieſer Art zu behandlen habe.

Elektriſche Körper oder ſchlechte Leiter von mäßiger Dicke, die der Schlag auf ſeinem Wege antrift, werden von demſelben durchbohrt oder zerſchlagen. Dabey werden die Stücken nach allen Richtungen herumgeworfen, gerade ſo, als ob die Kraft der Exploſion aus der Mitte des zerſchlagnen Körpers gekommen wäre. Wenn man ein Kartenblatt dicht an die äuſſere Belegung einer geladnen Flaſche anlegt, den Knopf des Ausladers daran ſetzt, und den andern Knopf an die Kugel der Flaſche bringt, ſo entladet ſich die Flaſche durch das Kartenblatt, und ſchlägt durch daſſelbe ein Loch, oder auch mehrere Löcher. Durch ſtarke Schläge aus Batterien kan man auf dieſe Art mehrere Blätter, und ganze Spiele Karten oder Bücher Papier durchbohren. Das Loch in jedem Blatte hat auf beyden Seiten einen erhabnen Rand oder Wulſt, als ob ſich die Exploſion aus dem Innern des Blattes nach allen Richtungen verbreitet hätte. Dünne Glas- Harz- Siegellakſcheiben u. dgl. werden auf dieſe Art durch den Schlag in viele Stücken zerbrochen, und auseinander geworfen.

Ein ſtarker Schlag durch ein dünnes Stück Metall macht daſſelbe augenblicklich glühend, ſchmelzt es, und verwandlet es, wenn die Schmelzung vollkommen iſt, in kleine Kügelchen. Eine Batterie von 30 Quadratfuß belegter Fläche ſchmelzt einen Drath, der etwa $\frac{1}{50}$ Zoll dick und 2 Schuh lang iſt, zu kleinen glühenden Klümpchen, wenn man dieſen Drath mit einem Ende an den Haken der äuſſern Seite der Batterie, mit dem andern aber an den Auslader befeſtiget, und ſo den Schlag hindurchführt. Der Drath ſprüht dabey häufige Funken um ſich, und wird, wenn die Gewalt der Batterie noch größer iſt, gänzlich zer-

ſtreut. Iſt der Drath durch Gewichte geſpannt, ſo wird er durch einen Schlag, der gerade hinreicht, ihn glühend zu machen, beträchtlich verlängert.

Iſt das Metall zwiſchen Glas eingeſchloßen, ſo wird es durch dieſe Schmelzung ſo feſt mit demſelben vereiniget, daß man es nicht davon abbringen kan, ohne einen Theil des Glaſes ſelbſt mit wegzunehmen. Um dieſen Verſuch anzuſtellen, legt man ein Goldblättchen zwiſchen zwey Stückgen Fenſterglas, die etwa 3 Zoll lang und ½ Zoll breit ſind, preßt die letztern zwiſchen den Bretern einer kleinen Preſſe zuſammen, und entladet eine ſtarke Flaſche durch die Goldblättchen, die deswegen auf beyden Seiten vor dem Glaſe ein wenig vorgehen müſſen. Das Glas wird hiebey mehrentheils in viele Stücken zerſchmettert, und mit den Goldblättchen genau zuſammengeſchmolzen. Dieſer Verſuch iſt um ſo merkwürdiger, da ſich ſonſt die Metalle im reguliniſchen Zuſtande äuſſerſt ſchwer mit Glas und erdigten Stoffen vereinigen.

Starke Stücken Glas, ohne zwiſchenliegendes Metall mit ſchweren Gewichten belaſtet, werden durch einen Schlag, den man über einen kleinen Theil ihrer Oberfläche gehen läſt, zerbrochen oder doch mit ſchönen und lebhaften prismatiſchen Farben bezeichnet. Der gefärbte Fleck beſteht aus dünnen zum Theil von der Glasfläche abgetrennten Schuppen, die als dünne Scheibchen die ihrer Dicke zukommenden Farben zeigen, ſ. **Farben**.

Läſt man den Schlag einer Batterie aus einer polirten Metallfläche in die andere gehen, wozu man ſich des allgemeinen Ausladers (ſ. **Auslader**, Th. I. S. 220.) bedienen, und ſtatt der Knöpfe ein paar polirte Uhrgehäuſe daran befeſtigen kan, ſo werden die Metallflächen mit ſehr ſchönen Flecken bezeichnet, welche aus einem Mittelpunkte und einigen concentriſchen Ringen beſtehen. **Cavallo** nennt ſie **Zauberringe** oder **Hexencirkel** (Fairy-circles). Man hat ſie in England mit den Hexencirkeln verglichen, die man bisweilen auf Grasplätzen findet (ſ. **Blitz**, Th. I. S. 377.), und dem Einſchlagen des Blitzes zuſchreibt, obgleich manche ſie lieber von Pilzen und Erdſchwämmen herleiten

wollen. Läſſt man einen oder mehrere Schläge durch eine ſcharf zugeſpitzte Nadel in die Oberfläche eines Metalls gehen, ſo entſtehen auf der Metallfläche nach und nach Ringe mit prismatiſchen Farben, die aus kleinen von der Gewalt des Schlags losgetrennten Schuppen oder Blättchen beſtehen. Auch die Spitze der Nadel wird bis auf eine ziemliche Weite gefärbt, und die Farben kommen in gewiſſen Reihen, wiewohl nicht mit großer Deutlichkeit, wieder.

Unvollkommne Metalle werden durch mäßige elektriſche Schläge zum Theil in Dampf verwandlet, und wenn ein Theil der Verbindung auf Papier, Glas u. dgl. ruhet, ſo findet man daran deutliche Merkmale der Verſengung oder unauslöſchliche Flecken. Wird die Verbindung auf der Oberfläche von Papier oder Glas unterbrochen, ſo bezeichnet der Schlag die Fläche mit einem langen unauslöſchlichen Streifen.

Ueber die Schmelzung und Verkalkung der Metalle hat Herr van Marum (Premiere continuation des experiences faites par le moyen de la machine électrique Teylerienne. Haarlem, 1787. 4maj.) ſehr merkwürdige Verſuche mit einer Batterie von 225 Quadratfuß belegten Glaſes, die alle vorige an Größe übertrift, angeſtellt. Die Schmelzbarkeit der Metalle durch die Elektricität ſcheint ſich gar nicht, wie ihre Schmelzbarkeit durchs gemeine Feuer, zu verhalten. Bley und Zinn ſchmelzen zwar auch hier am leichtſten; dagegen aber ſchmelzt Eiſen durch den elektriſchen Schlag leichter, als Silber und Kupfer, daher Hr. van Marum den Kupferdrath zu Ableitern für Schiffe vorzüglich empfiehlt. Eiſen- Zinn- und Kupferdrath wurden beym Schmelzen in kleine Kügelchen zerſtreut, die oft 30 Schuh weit ſprangen, viel röther, als vom gemeinen Feuer, glühten, auch 6—8 Secunden lang auf- und nieder hüpften, und auf Papiere, Glas, Zinn ꝛc., über das ſie giengen, gelbe Streifen mit braunen Punkten zurückließen. Er ſchreibt dieſe Zertheilung dem hohen Grade der Flüßigkeit zu. Bley und Zinn verkalkten ſich dabey ſehr leicht, und der Zinndrath zeigte auſſer den tanzenden Kügelchen häufige Flocken. Am allerſchwerſten ließ ſich das Kupfer verkalken.

Gold verwandlete ſich durch einen ſtarken Schlag in eine purpurfarbige Subſtanz, indem ein dicker Dampf daraus aufſtieg; mäßigere Schläge zertheilten es in Kügelchen, aber nie in Flocken. In phlogiſtiſirter Luft wurden die Metalle in feinen Staub oder kleine Kügelchen zertheilt, aber nicht verkalkt. In dephlogiſtiſirter Luft aber erfolgte die Verkalkung weit leichter und vollkommner. Wider alles Erwarten gieng die Verkalkung des Zinns und Bleys auch in nitröſer Luft von ſtatten, welches ſich Herr v. M. aus der Verwandlung ihrer Salpeterſäure in dephlogiſtiſirte Luft erklärt. Sogar unter dem Waſſer geſchahe die Verkalkung des Eiſens und Bleys, wobey ſich der Kalk, wie eine Wolke, erhob, auch einige Luftblaſen aus dem Waſſer aufſtiegen, die Hr. v. M. brennbar fand. Er erklärt dieſen letzten Verſuch nach dem antiphlogiſtiſchen Syſtem, und zieht zugleich einen Beweis daraus, daß das Waſſer aus reiner und brennbarer Luft beſtehe, ſ. **Waſſer**.

Umgekehrt hat man auch metalliſche Kalke durch den elektriſchen Schlag wiederhergeſtellt. **Beccaria** (Lettere dell' elettriciſmo. p. 282.) hat dies verſucht, indem er die Exploſion zwiſchen zwey Stücken Metallkalk veranſtaltete. So reducirte er Zink, und revivificirte Queckſilber aus Zinnober. Noch mehr Verſuche hierüber hat der Graf **von Milly** (*Rozier* Journal de phyſique 1774. Août. p. 146. Decembr. p. 444.) angeſtellt. Dieſe Reduction iſt eine Wirkung der Schmelzung mit hinzukommendem Phlogiſton, ſ. **Reduction**. So phlogiſtiſirt der Schlag auch die Luftgattungen, durch die er geht, oder wirkt nach **Prieſtley's** Ausdrucke (Exp. and obſ. on diff. kinds of air Vol. II. Sect. 13.), wie ein phlogiſtiſcher Proceß. Man iſt aber dadurch noch nicht berechtiget, das Phlogiſton in der elektriſchen Materie ſelbſt zu ſuchen; weit wahrſcheinlicher wird es durch die Gewalt des Schlags aus der Oberfläche der Leiter, aus dem Kütt oder andern Theilen des Apparats u. dgl. entbunden.

Starke Schläge können den Magnetnadeln ihre Kraft rauben, oder ihre Pole umkehren, im Gegentheil aber auch unmagnetiſchen Nadeln die Polarität geben. Gleichwohl

folgt daraus noch keine Verbindung zwiſchen Elektricität und Magnetiſmus, weil Glühen, Hämmern u. dgl. eben dieſe Wirkungen hervorbringen, ſ. **Magnet.**

Der elektriſche Schlag entzündet auch brennbare Körper. Schießpulver in kleinen papiernen Patronen oder in Röhrchen von Federkiel eingeſchloßen, entzündet ſich leicht, wenn man in jedes Ende der Patrone einen Drath ſteckt, daß die Enden inwendig etwa 1 Zoll weit von einander abſtehen, und dann eine Flaſche durch die Dräthe entladen wird. Noch leichter entzündet ſich das Pulver, wenn Stahlfeile darunter gemiſcht iſt. Wie man freyliegendes Schießpulver entzünde, iſt ſchon im Artikel **Flaſche, geladne** (Th. II. S. 298.) angegeben.

Wird die Verbindung durch Waſſer unterbrochen (obgleich das Waſſer auch ein Leiter iſt), ſo ſchlägt beym Entladen ein Funken in daſſelbe, der es in heftige Bewegung ſetzt, und oft das Gefäß zerbricht, worinn es enthalten iſt. Ladet man eine Batterie ſo aus, daß die Enden zweener Leiter, durch die der Schlag geht, nahe an der Oberfläche des Waſſers ſtehen, ſo fährt die Elektricität in Geſtalt eines abgeſonderten leuchtenden Körpers über die Oberfläche hin. Eben dies geſchieht auch an den Oberflächen von rohem Fleiſch und andern Leitern. Bringt man die Enden der leitenden Dräthe ganz unter Waſſer in verſchloßnen oder ofnen Gefäßen, ſo zeigt ſich der Funken auch unter dem Waſſer, und zerſprengt Gefäße von Glas mit erſtaunlicher Gewalt, es müſte denn die Ladung auſſerordentlich ſchwach ſeyn.

Bey den mediciniſchen Anwendungen der Elektricität brauchte man ſonſt die Schläge häufiger, als es der Empfindlichkeit leidender Perſonen angemeſſen war. Man hat dadurch nicht nur die Kranken geplagt, ſondern auch dem Rufe dieſes ſehr zu empfehlenden Heilmittels geſchadet. Jetzt hat man den beſſern Grundſatz angenommen, allezeit nur den ſchwächſten Grad von Elektricität, der ſich gerade noch wirkſam erweiſet, zu gebrauchen. Daher werden die Schläge weiter nicht, als etwa bey heftigem Zahnweh, und gewiſſen Arten innerer Krämpfe, die noch nicht lange gedauert

haben, angewendet. Ich habe kaum nöthig zu bemerken, daß auch dies mit großer Behutſamkeit geſchehen muß. Ueberhaupt erfordern alle Verſuche mit geladnen Flaſchen, inſonderheit mit den Batterien, welche den furchtbarſten Theil des elektriſchen Apparats ausmachen, die möglichſte Vorſichtigkeit.

Prieſtley Geſchichte der Elektricität, durch Krünitz, an mehrern Stellen.

Cavallo vollſt. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, a. d. engl. Dritte Aufl. 1785. gr. 8. S. 45—52.

Schlagweite, ſ. Funken, elektriſcher, Schlag, elektriſcher.

Schloßen, ſ. Hagel.

Schmelzung, Fluß, Fuſio, Fluxus, *Fuſion, Flux.* Der Uebergang eines erhitzten Körpers aus dem feſten Zuſtande in den flüßigen; alſo das Entgegengeſetzte der Gefrierung oder des Geſtehens, ſ. Gefrierung.

Das Feuer oder die Wärme iſt allem Anſehen nach die einzige Urſache der Flüßigkeit. Dieſe Urſache ſchwächt in feſten Körpern den Zuſammenhang ihrer Theile ſo, daß ſie ſich endlich flüßig darſtellen, ſ. Flüßig. Noch innigere Verbindungen mit dem Stoffe der Wärme geben dieſen Theilen ſogar die Dampf- und endlich die Luftgeſtalt. Das Schmelzen feſter Körper ſcheint alſo von der Verwandtſchaft ihrer Grundmaſſen zum Wärmeſtof abzuhängen. Wenn ſie eine hinreichende Menge deſſelben an ſich nehmen können, ohne ſich doch genau mit der ganzen Menge zu verbinden, ſo werden ſie blos flüßig, und der gröſte Theil der Wärme bleibt frey und fühlbar; vereinigen ſie ſich aber noch inniger mit dieſem Stoffe und binden ihn in größerer Menge, ſo werden ſie ganz oder zum Theil zerſetzt, und in Dämpfe oder Gasarten verwandlet, wie beym Verbrennen, Verkalken, Deſtilliren, Sublimiren u. ſ. w.

Zur Schmelzung wird für jede Subſtanz ein gewiſſer Grad der fühlbaren Wärme erfordert, der aber bey verſchiedenen Subſtanzen ſehr verſchieden iſt. Iſt dieſer Grad ſehr gering, ſo heißt die Subſtanz leichtflüßig, iſt er

ſehr groß, ſo nennt man ſie ſtrengflüßig oder ſchwerflüßig. Das Queckſilber iſt ſo leichtflüßig, daß es bey der gewöhnlichen Temperatur des Luftkreiſes, ſelbſt wenn dieſe am kältſten iſt, nicht feſt wird. Waſſer und gewiſſe Oele, die bey der Temperatur des Eispunkts feſt ſind, ſchmelzen ſogleich in einer etwas größern Wärme. Das Schmelzen der leichtflüßigſten Materien nennt man auch das Zergehen, Zerlaſſen (liquefactio). Gewiſſe Metalle, z. B. Bley, Zinn, Wismuth, ſind bey der gröſten natürlichen Wärme immer feſt, ſchmelzen aber leicht, und bey einer geringern Hitze, als zu ihrem Glühen nöthig iſt. Andere Körper, z. B. Silber, Gold, Kupfer, Eiſen, Glas erfordern zum Schmelzen größere Grade der Hitze, bey denen ſie roth, ja ſogar weißglühen. Viele Körper werden durch die Hitze an freyer Luft zerſetzt oder verbrennen, ehe ihre Stoffe zur Schmelzung gelangen: einige aber, die man unſchmelzbar (refractaria, *refractaires*) nennt, können durch keinen bekannten Grad der Hitze zum Schmelzen gebracht werden. Dahin gehören vorzüglich die reinen Erden.

Merkwürdig iſt es, daß Körper, die an ſich ſtrengflüßig oder unſchmelzbar ſind, durch Vermengung mit einander leichter in Fluß gebracht werden können. So iſt ein Gemenge von Thon und Kalk ſchmelzbar, und es beruht hierauf der Gebrauch der Schmelzungsmittel oder Flüße, Zuſchläge (*Fondans*), ſ. Fluß. Die Miſchungen verſchiedner Metalle ſchmelzen faſt alle leichter, als die reinen Metalle. Zinn, Bley und Wismuth geben ſehr leichtflüßige Miſchungen, aus denen auch die Schnellothe der Orgelbauer und Zinngießer beſtehen. Ein Gemiſch, das ſchon im ſiedenden Waſſer ſo flüßig, als Queckſilber, wird, kan man nach Roſe (Stralſund. Magaz. B. II. S. 24.) aus 2 Theilen Wismuth, 1 Theil Bley, 1 Theil Zinn, nach d'Arcet (*Rozier* Obſ. ſur la phyſ. To. IX. p. 217.) aus 8 Theilen Wismuth, 5 Theilen Bley und 3 Theilen Zinn bereiten.

Einige Körper, beſonders das Eis und die meiſten Metalle, ſchmelzen plötzlich und auf einmal; andere, wie die Fette und Harze, und unter den Metallen das Eiſen, gehen erſt durch verſchiedene Stufen der Conſiſtenz, ehe ſie

vollkommen flüßig werden. Alle dieſe Erſcheinungen laſſen ſich ſchwerlich anders, als aus der Verwandtſchaft der Körper gegen den Wärmeſtoff und dem Verhältniſſe derſelben gegen die Stärke der Anziehung unter den Theilen ſelbſt, erklären.

Baumöl und Rüböl werden flüßig beym 38ſten, Butter vom 74ſten bis 88ſten, Schweinfett vom 94ſten bis 100ten, Rindstalg und Hirſchtalg vom 104ten bis 116ten, Wachs beym 140ſten, ſchwarzes Pech vom 160ſten bis 186ſten, eine Compoſition von Bley, Zinn und Wismuth beym 212ten, Geigenharz vom 216ten bis 240ſten, Schwefel vom 236ſten bis 244ſten, eine Compoſition von gleichen Theilen Zinn und Wismuth beym 283ſten, eine von gleichen Theilen Bley und Wismuth beym 334ſten, reines Zinn nach **Newton** beym 408ten, nach **Kraft** beym 420ſten, Wismuth beym 460ſten, Bley nach **Newton** beym 540ſten, nach **Kraft** beym 550ſten Grade des fahrenheitiſchen Thermometers. Höhere Grade der Hitze laſſen ſich durch die Queckſilberthermometer nicht mehr meſſen, weil das Queckſilber beym 600ten Grade ſiedet, und von da an kein Maaß der Wärme mehr abgiebt. Indeß hat man durch Metallthermometer oder Pyrometer noch höhere Grade zu beſtimmen verſucht, wobey aber wenig Zuverläßigkeit ſtatt findet. So giebt **Kraft** (De calore ac frigore experimenta varia in Comm. Petrop. To. XIV. p. 218 ſqq.) die Glühhitze des Eiſens auf 1000, und **Newton** die Temperatur, bey der geſchmolzner Spießglaskönig erhärtet, auf 805 Grad nach Fahrenheit an.

Während des Schmelzens, oder des Uebergangs aus dem feſten Zuſtande in den flüßigen ändert der Körper ſeine fühlbare Wärme nicht. Denn das zur Bewirkung der Flüßigkeit verwendete Feuer tritt in eine chymiſche Verbindung mit ſeinen Theilen, wird alſo gebunden, und kan nicht aufs Gefühl und aufs Thermometer wirken. Aus dieſem Grunde bedient man ſich der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes, als eines feſten Punkts, zu Beſtimmung der Grade der Wärme. Die Schlüße, welche Herr de Lüc aus dieſem Satze zieht, ſind ſchon beym Worte Feuer (Th. II. S. 229—

231.) angeführt worden, ſ. auch Gefrierung (Th. II. S. 434 u. f.).

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, durch Lichtenberg §. 429 u. f.

Gren Grundriß der Naturlehre, Halle, 1788. 8. §. 358 u. f.

Schnee, Nix, *Neige*. Der Schnee beſteht aus gefrornen Waſſertheilen, die ſich aber noch nicht in Körner oder Kugeln geſammlet, ſondern blos als feine an einanderhängende Eisnadeln zu Flocken gebildet haben, in dieſer Geſtalt langſam aus dem Luftkreiſe herabfallen, und den Erdboden als eine ſehr lockere weiſſe Maſſe bedecken. Wenn die Atmoſphäre ſo kalt iſt, daß die Dünſte gleich im erſten Augenblicke, in welchem ſie ſich niederſchlagen, oder in welchem ſie die Geſtalt der Bläschen ablegen, gefrieren, ſo kryſtalliſirt ſich das Waſſer, wenn die Verdichtung im freyen geſchieht, zu kleinen Eisnadeln, die ſich an einander hängen und Flocken bilden. Geſchieht die Verdichtung an der Oberfläche feſter Körper, ſo entſteht auf eben die Art der Reif: gefriert aber das Waſſer erſt, nachdem es Zeit gehabt hat, Tropfen zu bilden, ſo fällt Hagel. Dies ſind wenigſtens die gewöhnlichen Erklärungen dieſer Luftbegebenheiten, ſ. Hagel, Reif.

Die Geſtalt des Schnees iſt verſchieden. Bey ſtrenger Kälte ſind die Flocken feiner, vielleicht, weil die Theile zu ſchnell erhärten, um ſich in großer Anzahl an einander hängen zu können. In den Nordländern fällt unter dieſen Umſtänden bisweilen der feine und trokne **Staubſchnee**, wie ihn **Maupertuis** in Lappland, und **Middleton** (Philoſ. Trans. no. 465.) in Nordamerika beobachteten. Dieſer Staubſchnee dringt nach Maupertuis durch die Ritzen der Fenſter, macht die nächſten Gegenſtände unſichtbar, greift die Augen ſehr an, und ſcheint gleich über der Erdfläche zu entſtehen, weil die Sonne dabey oft hell ſcheint; er bedeckt bisweilen den Boden 4—5 Schuh hoch, und iſt ſo fein und trocken, daß man nicht darauf gehen kan.

Gewöhnlicher beſtehen die Schneeflocken aus länglichen dünnen Nadeln, die ſich bisweilen ohne Ordnung und unter

verſchiedenen Längen und Richtungen über einander häufen, ſehr oft aber auch zu drey und dreyen an einanderhängen, und dadurch ſechsſpitzige Sterne, wie Taf. XXI. Fig. 133 bilden. Bisweilen ſind die Nadeln dieſer Sterne glatt, bisweilen auch, wie Fig. 134. mit kleinern Nadeln oder Aeſten beſetzt. Die Figuren welche hieraus entſtehen, ſind unendlich mannigfaltig, und in großer Menge von D. Hook (Micrographia p. 88.), Engelman (Het regt gebruyk der natuur beſchouwingen in een verhandeling over de ſneewfiguren. Haarlem, 1747.), Nehemiah Grew, D. Langwith und Nettis (Philoſ. Trans. num. 92. num. 376. und Vol. XLIX. Part. 2. p. 644.), Guettard (Mém. de Paris. 1762.), Holmann (Comment. Goetting. Tom. III. p. 24.) u. a. beſchrieben und abgebildet. Muſſchenbroek (Introd. ad phil. nat. Tom. II. Tab. LXI.) theilt die merkwürdigſten derſelben mit. Alle haben die ſechsſpitzige Sterngeſtalt unter ſich gemein, in der ſich die Neigung der Theile, unter Winkeln von 60° und 120° zuſammenzugehen, nicht verkennen läſt. Auch die kleinern Nadeln oder Zweige ſitzen an den größern unter Winkeln von dieſer Größe. Nur ſehr ſelten hat man Sterne von 12 Spitzen, oder Verbindung unter Winkeln von 30°, bemerkt. So verſchieden die Figuren ſind, ſo beſtehen doch gewöhnlich bey jedem Falle des Schnees alle Flocken aus Sternen von einerley Geſtalt. Der erſte, der dieſen regelmäßigen Bau der Schneeflocken wahrnahm, war Kepler (Strena, ſ. de nive ſexangula Frf. 1611. 4. et in *Caſp. Dornavii* Amphitheatro ſapientiae Socraticae. p. 751.).

Da man eben dieſes Beſtreben nach Vereinigung unter Winkeln von 60° und 120° auch bey der Entſtehung des Eiſes wahrnimmt, ſ. Eis (Th. I. S. 675.), ſo iſt wohl kein Zweifel, daß es dem Gefrieren des Waſſers eigen ſey. Dieſes Gefrieren nemlich iſt eine wahre Kryſtalliſation, wobey die Theile, wenn der Uebergang in den feſten Zuſtand nicht allzuplötzlich geſchieht, allemal eine regelmäßige Geſtalt annehmen, ſ. Kryſtalliſation. Dürfte man der Vermuthung Raum geben, daß dieſe Kryſtalli-

ſationsgeſtalten davon herrühren, daß ſich die kleinen Theile der feſtwerdenden Körper mit ihren gröſten Seitenflächen am ſtärkſten anziehen, und ſich alſo mit dieſen Flächen zuſammenlegen; ſo ließe ſich noch ein Schritt weiter zur Erklärung der Eis- und Schneefiguren thun. Wenn man nemlich annimmt, daß die Waſſertheilchen und die Dunſtbläschen, aus denen die erſten Anlagen zum Schnee entſtehen, gleich große Kugeln ſind, die beym Gefrieren in Berührung kommen, und Zeit haben, ſich nach den Wirkungen ihres gegenſeitigen Anziehens zu ſtellen, ſo werden in einerley Ebne um jede Kugel oder jedes Bläschen herum gerade ſechs andere Platz haben, und weil nun die Anziehung nach denjenigen Richtungen am ſtärkſten wird, welche den Mittelpunkt der erſten Kugel mit den Mittelpunkten der herumliegenden verbinden, ſo werden ſich nach dieſen ſechs Richtungen mehr Kügelchen anlegen; woraus die Entſtehung ſechsſpitziger Sterne begreiflich würde. Aber, um dieſe Erklärung für etwas mehr, als Möglichkeit, zu halten, wären noch Erfahrungen darüber nöthig, ob Verbindungen von Bläschen, die gefrieren, wirklich ſolche ſechsſpitzige Geſtalten annehmen. Da wir dergleichen noch nicht haben, ſo iſt es beſſer, aufrichtig zu ſagen, daß uns der ganze Mechaniſmus der Präcipitation und Kryſtalliſation unbekannt ſey. Man ſehe, was Herr **Lichtenberg** (Erxlebens Naturl. Vierte Auflage. Anm. zu §. 434. S. 353.) hierüber ſagt.

Guettard bemerkt, daß in Polen die Schneeflocken deſto mehr die Geſtalt der Sterne haben, und daß die Spitzen dieſer Sterne deſto ſtärker mit Aeſten und Zweigen beſetzt ſind, je kälter es iſt — eine Beobachtung, mit der auch **Muſſchenbroek** (Introd. §. 2403.) übereinſtimmt. Vornemlich zeigen ſich die regulären Schneefiguren bey windſtillem Wetter.

Die Maſſe des herabgefallenen Schnees iſt ſehr locker, beſonders, wenn große Flocken gefallen ſind. Sedileau (Mém. de Paris, 1692.) fand, daß eine 5 — 6 Zoll hohe Schneelage von der Sonne geſchmolzen nur 1 Zoll hoch Waſſer gab; **de la Hire** (Mém. de Paris, 1712.)

erhielt aus 12 Zoll hoch Schnee nur 1 Zoll hoch Waſſer. Muſſchenbroek führt einen zu Utrecht gefallnen ſternförmigen Schnee an, der 24mal weniger Dichte, als das Waſſer, hatte.

Wenn viel Schnee gefallen iſt, und die Kälte anhält, ſo ſinkt ſeine Maſſe immer dichter zuſammen, dünſtet ſtark aus, und verzehrt ſich dadurch allmählig immer mehr, wozu auch die Wirkung der Sonnenſtralen beyträgt. In den höhern Gegenden des Luftkreiſes aber iſt die Temperatur ſo kalt, daß die große Menge des daſelbſt erzeugten und auf die Gipfel der Berge gefallenen Schnees nie völlig zerſchmelzt: es giebt daher eine beſtändige Schneegrenze, über welche hinaus auch im Sommer allezeit Schnee liegen bleibt, ſ. **Berge** (Th. I. S. 304), obgleich ein großer Theil deſſelben in den Sommermonaten abſchmelzt, und Waſſer zur Unterhaltung der Flüße hergiebt. Man bemerkt auf den Alpen, daß der Schnee durch warme Luft bey gedecktem Himmel weit häufiger geſchmolzen wird, als durch die unmittelbare Wirkung der Sonnenſtralen, vielleicht darum, weil der Schnee die Sonnenſtralen ſo ſtark zurückwirft, welches auch die Urſache ſeiner blendenden Weiſſe iſt.

Wenn die Kälte ſehr heftig wird, ſo dringt ſie zwar in den liegenden Schnee ein wenig, aber niemals tief, ein. Daher ſchützt der Schnee die Pflanzen, die er bedeckt, gegen die Wirkungen des ſtrengen Froſts. Nach Guettards Beobachtungen hält ſich der Schnee vier Schuh tief unter der Oberfläche immer auf der Temperatur des Eispunkts. Hieraus wird begreiflich, warum in den Nordländern Perſonen, die die Nacht im Freyen übereilt, ſich unter den Schnee legen, um ſich vor der Kälte zu ſchützen, warum man erfrorne Glieder, um ſie ohne Schaden wieder aufzuthauen, in Schnee ſteckt, u. ſ. w.

Sehr oft nimmt die Kälte ab, wenn es ſchneyt; vielleicht nach Herrn Grens Erklärung darum, weil beym Gefrieren der Dünſte die Wärme, die vorher in ihnen gebunden war, frey wird, und ſich als fühlbare Wärme

durch den Luftkreis vertheilt. Alſo iſt die Wärme Folge, nicht Urſache des Schneyens; und der gemeine Mann, welcher ſagt, es könne vor Kälte nicht ſchneyen, verwechſelt Urſache und Wirkung. **Muſſchenbroek** hat doch in den Jahren 1729, 1740, 1741, 1760 bemerkt, daß Schnee bey ſehr ſtrenger Kälte fiel, und daß dieſe dabey eher zunahm. In der Kälte ſind die Flocken gewöhnlich kleiner, als bey gelindern Temperaturen.

An manchen Orten fällt der Schnee ungemein häufig und ſtark, wovon **Muſſchenbroek** mehrere Beyſpiele anführt. **Maupertuis** erzählt dergleichen auch von Lappland, und **Ellis** von der Hudſonsbay, wo oft alles ſo verdeckt wird, daß man weder Wege noch Wohnungen der Menſchen mehr erblickt. Auch **Bouguer** (Voyage au Perou. p. 42.) gedenkt ſolcher ſtarken Schneefälle auf dem Berge Aſonay, die jeden, den ſie überraſchen, in Lebensgefahr verſetzen. Im Jänner 1741 fiel in Neuyork binnen 48 Stunden ein Schnee, der die Erde 16 Schuh hoch bedeckte.

Von den Gipfeln hoher Berge fängt bisweilen ein kleiner Schneeball an herabzurollen, der während des Falles zu einer ungeheuren Größe anwächſt, und in den Thälern, in die er herabſtürzt, die ſchrecklichſten Verwüſtungen anrichtet. Solche Fälle, welche die Alpenbewohner **Lavinen** nennen, verurſachen ein Krachen, das dem Donner ähnlich iſt, verſchütten Häuſer und Felder, verſtopfen den Lauf der Flüße, und verheeren ganze Gegenden durch die darauf folgenden Ueberſchwemmungen.

Die Alten glaubten, es ſchneye nicht auf dem Meere (Plin. H. N. II. 103.). Dies iſt aber ungegründet; in der Nordſee ſchneyet es oft, wiewohl nicht ſo häufig, als auf dem feſten Lande, und überhaupt in niedrigen Gegenden nicht ſo oft, als in der Höhe. In den Plänen regnet es vielmals, indeß auf den Bergen Schnee fällt, ſ. **Regen**.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. natur. To. II. §. 2401. ſqq.

Errlebens Anfangsgr. der Naturlehre durch Lichtenberg. Vierte Aufl. Anm. zu §. 434. ingl. §. 737.

Gren Grundriß der Naturlehre. §. 989 — 991.

Schnellkraft, ſ. Elaſticität.

Schnellwage, Statera Romana, *Balance Romaine.* Dieſen Namen führt eine Wage, auf welcher man Körper von ſehr verſchiedenen Gewichten mit einerley Gegengewichte abwägen kann. Wallis (Mechanica in Opp. To. I. p. 642.) leitet den Namen Romana mit Pocock aus dem Orient her, wo dieſe Wage noch jetzt ſehr häufig gebraucht wird. Man giebt nemlich dem Gegengewichte insgemein die Geſtalt eines Granatapfels, welcher bey den Arabern Romman (Hebr. *Rimmon*) heißt. Die Araber nennen die Schnellwage noch jezt Rommana, und durch ſie iſt allem Anſehen nach ihr Gebrauch und ihr Name in den Occident gekommen.

Man erreicht bey der Schnellwage die Abſicht durch Verſchiebung des Gegengewichts am längern Arme eines ungleicharmigen Hebels ABC, Taf. XXI. Fig. 135. Das Gegengewicht D erhält deſto mehr Moment, je weiter es vom Ruhepunkte B entfernt wird, ſ. Hebel. Es kann daher immer ſchwerern in die Schale E gelegten Laſten das Gleichgewicht halten, je näher es an das Ende C geſchoben wird. Iſt der Wagbalken ABC ſo eingerichtet, daß bey abgenommenem Gegengewicht der längere Arm BC für ſich allein dem kürzern AB nebſt der Kette und Schale E das Gleichgewicht hält, ſo ſagt man, der lange Arm ſey auf den kurzen äquirt. Alsdann iſt die Wage in ihrem Schwerpunkte ſelbſt unterſtützt, und richtet ſich nach den Geſetzen des mathematiſchen Hebels. In dieſem Falle werden die Abtheilungen des längern Arms der Linie AB, oder dem Abſtande des Punkts A, wo die Laſt hängt, vom Ruhepunkt B, gleich gemacht; und wenn das Gegengewicht D auf dem Ende der achten Abtheilung ſteht, und 1 Pfund wiegt, ſo wiegt der ſchwere Körper in E, der damit das Gleichgewicht hält, 8 Pfund u. ſ. w.

Sind die Arme nicht auf einander äquirt, ſo läſt ſich zwar die Größe der Abtheilungen aus der Theorie des phyſiſchen Hebels herleiten, wenn Gewicht und Schwerpunkt des Wagbalkens gegeben ſind. Es iſt aber in der Ausübung auf alle Fälle rathſamer, dieſe Abtheilungen durch Verſuche zu finden.

Man hat auch Schnellwagen, an denen ſich die Unterlage B verſchieben läſt, dahingegen das Gewicht D am Ende des Arms BC feſt iſt. Von einer dritten Art, wo ſich die abzuwägende Laſt verſchieben ließe, würde der Gebrauch mit vielen Unbequemlichkeiten verknüpft ſeyn.

Sollen große Laſten mit Schnellwagen gewogen werden, ſo muß der Balken ſelbſt mit Zapfen, Haken, Scheere, Kette u. ſ. w. die gehörige Stärke haben. Es ſind auch Werkzeuge nöthig, die Laſten anzuhängen, oder in und aus der Schale zu heben, ingleichen die ganze Wage ſelbſt, die wohl einige Centner wiegen kann, aus der Stelle zu rücken, und mit der daran hängenden Laſt aufzuziehen. Wie ſich dies alles vortheilhaft bewerkſtelligen laſſe, lehrt **Leupold** (Theatr. Stat. univerſ. Part. I. Leipzig, 1726. Fol. Cap. 6.), und beſchreibt zugleich die im Jahre 1718 von ihm in Leipzig angelegte große Heuwage, welche mit drey verſchiedenen Gewichten und zween verſchiedenen Anhängungspunkten für die Laſt, von 3 bis 58 Centner wiegt, und auf ein halbes Pfund ſchon Ausſchlag giebt. Geringere Laſten werden an den entfernteſten Zapfen, 14 Zoll weit vom Ruhepunkte, größere an den nähern nur 7 Zoll weit entfernten, gehangen; bey geringen Laſten braucht man auch nur ein Gewicht, bey den gröſten alle drey. Durch dieſe Vortheile hat **Leupold** die Wage fähig gemacht, große Laſten eben ſo wohl, als kleine, zu wägen, ohne den Balken über 6 leipziger Ellen verlängern, oder das bewegliche Gewicht ſchwerer, als $1\frac{1}{4}$ Centner, machen zu dürfen. Der Balken hat keine Zunge, ſondern zeigt das Gleichgewicht durch ſeinen wagrechten Stand an, der durch eine auf den Schieber des beweglichen Gewichts aufgeſetzte Bleywage angegeben wird.

Schörle, elektriſche, ſ. Turmalin.

Schraube, Cochlea, *Vis*. Wenn ein rechtwinklichtes Dreyeck, wie ABC. Taf. XXI. Fig. 130, an die Fläche eines ſenkrechten Cylinders abcd, Fig. 136, dergeſtalt gelegt wird, daß die Grundlinie CB ſich in einen der Grundfläche des Cylinders cd gleichen und parallelen Kreis CDB umbiegt, die Höhe AC aber ein Stück der Seite des Cylinders ac wird, ſo bildet die Hypotenuſe AB auf der krummen Seitenfläche des Cylinders die krumme Linie AQB, welche ein **Schraubengang** (helix, *filet de la vis*) genannt wird. Wird dies an einem Cylinder, wie Fig. 137, mehreremale wiederholet, ſo bilden die aneinander hängenden Schraubengänge eine **Schraube**.

Die Schraube wird entweder auf der äußern Fläche eines Cylinders ſo ausgearbeitet, daß die Schraubengänge (*Filets de la vis*) vor dem übrigen Theile der Fläche hervorſtehen; oder ſie wird in eine hohle cylindriſche Fläche ſo eingeſchnitten, daß dieſe Gänge die ſtärkſte Vertiefung bekommen (*gorge de la vis*). Im erſten Falle entſteht die eigentliche oder **äuſſere Schraube** (Cochlea mas, cochlea exterior, *Vis mâle*, *Vis exterieure*); im zweyten die **Schraubenmutter** (Cochlea femina, cochlea interior, *Vis femelle*, *Vis interieure*, *écrou*). Der Cylinder ſelbſt heißt die **Schraubenſpindel**, der Kreis CDB der **Umfang der Spindel** (*tour de vis*), die Höhe AC die **Weite der Schraubengänge** (diſtantia helicum, *pas de la vis*).

Die Schraube iſt ſchon von den Alten zu den einfachen Potenzen der Mechanik gezählt worden, und wird insgemein ſo gebraucht, daß man eine äußere oder eigentliche Schraube mit einer Schraubenmutter von gleichen Abmeſſungen verbindet. Die hervorſtehenden Gänge der Schraube (filets) müſſen hiebey genau in die vertieften Gänge der Mutter (gorge) paſſen. Wird alsdann eines von beyden, entweder die Schraube, oder die Mutter, feſtgehalten, und das andere umgedrehet, ſo verſchieben ſich beyder Gänge ſo aneinander, daß dadurch der bewegliche Theil (es ſey

nun die Schraube oder die Mutter) fortzugehen genöthiget wird. Dieſes Fortgehen kann man benützen, um dadurch Laſten zu heben, widerſtehende Körper fortzudrücken oder anzupreſſen u. dgl., und es läſt ſich dadurch ein ziemlicher Vortheil an Kraft erhalten.

Man ſieht bald, daß die Theorie einer ſolchen Veranſtaltung auf den Geſetzen der ſchiefen Fläche beruht. Die ganze Entſtehung der Schraube kömmt darauf hinaus, daß der Durchſchnitt einer ſchiefen Ebne in die Runde umgebogen wird. Auf dieſe Art entſtehen Schraube und Mutter durch Umbiegung der beyden rechtwinklichten Dreyecke ACB und AFB Taf. XXI. Fig. 138, die ſich mit ihrer gemeinſchaftlichen Hypotenuſe an einander verſchieben laſſen. Wird von dieſen Dreyecken das eine ACB feſtgehalten, das andere AFB aber, welches die Laſt L trägt, von der mit der Grundlinie BC parallel wirkenden Kraft K fortgedrückt, ſo wird durch die wirkliche Bewegung das letztere in die Lage afb gebracht, und die Laſt L gehoben werden. Es iſt dies eben ſo viel, als ob die Laſt nebſt dem obern Dreyecke nach einer mit BC parallelen Richtung auf der ſchiefen Fläche AB fortgezogen würde. Hiebey würde ſich alſo für den Fall des Gleichgewichts K : L wie AC : CB verhalten müſſen, ſ. **Schiefe Ebne.**

Man nimmt an, daß die Umbiegung in die Runde hierinn nichts ändere, wenn die Kraft nach der Tangente des Umfangs der Spindel, und die Laſt oder der Widerſtand nach der Axe der Spindel, mithin ſenkrecht auf der Spindel Umfang, wirkt. Dies iſt der Fall bey der Schraube, wenn die umdrehende Kraft unmittelbar am Umfange der Schraubenſpindel angebracht iſt. Alsdann verwandelt ſich AC in die Weite der Schraubengänge, und CB in den Umfang der Spindel. Demnach findet bey der Schraube das Gleichgewicht ſtatt, wenn ſich die **Kraft zur Laſt verhält, wie die Weite der Schraubengänge zum Umkreiſe der Spindel.** Man kann daher durch eine Schraube anſehnliche Verſtärkungen der Kraft erhalten, wenn man ſie ſo einrichtet, daß die Weite ihrer

Gänge ſehr vielmal im Umfange der Spindel enthalten iſt, oder wenn man ihr bey einem ſtarken Umfange enge Gänge giebt.

Dagegen wird die Laſt oder der Widerſtand nur um die Weite eines Ganges fortgebracht, indem die Kraft einmal herum, oder durch den Umfang der Spindel, gegangen iſt. Daher verhalten ſich die Wege, welche Kraft und Laſt in gleicher Zeit beſchreiben, umgekehrt, wie Kraſt und Laſt im Gleichgewichte, und es wird auch hier ſoviel an Raum und Geſchwindigkeit verlohren, als man an Kraſt gewinnt.

So wird die Theorie der Schraube insgemein vorgetragen. Freylich iſt hiebey viel vorausgeſetzt, was in der That ſo genau nicht ſtatt findet. Die Laſt wird bey der Schraube auf der Fläche des Ganges gehoben, welche ſehr verſchiedene Geſtalten haben kann, da die Theorie nur das betrachtet, was auf der Linie AQ, Fig. 136, vorgeht. Es läſt ſich aber die Fläche eines Schraubengangs nicht ſo auf die einzige krumme Linie AQ bringen, wie man etwa die ſchiefe Ebne auf die Betrachtung der einzigen geraden Linie AB, Fig. 130. bringen kann. Eine ebne Fläche, z. B. ein Rechteck, mit der einen Seite um einen Cylinder gewunden, kann nicht mehr eben bleiben, ihre Theile werden ſo verzogen, daß ſie mit der Grundfläche des Cylinders verſchiedene Winkel machen; folglich iſt der Schraubengang eine krumme Fläche, deren Theile nicht alle einerley Neigungswinkel haben, und daher nicht einerley Verhältniß der Kraft zur Laſt geben können. Von dieſer Geſtalt der Schraubengänge handelt Herr Käſtner (Ad theoriam cochleae pertinens obſervatio geometr. in Diſſ. math. et phyſic. Altenb. 1771. 4. no. 6). Man hat aber noch bis jetzt keine genaue Theorie der Schraube, bey welcher gehörige Rückſicht hierauf genommen wäre. Ohnedies iſt bey dieſer Maſchine das Reiben ſo ſtark, daß man ſchon darum keine Uebereinſtimmung der Erfahrung mit genauern Theorien erwarten kann; daher ſich auch die beſten mechaniſchen Schriftſteller begnügen, die gewöhnliche Theorie mit den nöthigen Erinnerungen vorzutragen.

In der Ausübung pflegt man die Kraft nicht an dem Umfange der Schraube ſelbſt, ſondern an Handgriffen, Kurbeln oder Hebeln anzubringen, durch welche die Umdrehung bewirkt, und das Moment der Kraft noch mehr verſtärkt wird. Wirkt z. B. die Kraft K, Fig. 137, am Ende eines durch die Schraube geſteckten Hebels, deſſen Länge CK achtmal größer iſt, als der Halbmeſſer der Spindel CN, ſo iſt hiebey die Schraube mit einer Radwelle verbunden, und die Kraft bey K darf noch achtmal geringer ſeyn, als diejenige, welche bey N, am Umfange der Spindel ſelbſt, nöthig wäre. Hier verhält ſich alſo fürs Gleichgewicht die Kraft zur Laſt, wie die Weite der Gänge zum achtfachen Umfange der Spindel, d. i. zum Umkreiſe vom Halbmeſſer CK. Hier geht aber die Laſt auch nur um einen Gang fort, indem die Kraft durch den Umkreis KM gehen muß; alſo wird wiederum ſoviel am Raume verlohren, als man an Kraft gewinnt.

Die großen Vorzüge der Schraube beſtehen vornehmlich in folgendem. Sie erfordert ſehr wenig Raum, indem bey ihr alles in die Enge zuſammengedrängt iſt, und in die Runde bewegt wird; kaum giebt es eine andere Maſchine, die bey ſo geringer Größe und ſolcher Simplicität ſo viel leiſtet. Ferner kann man den Hebel ſehr leicht mit ihr verbinden, weil die Schraubenſpindel ihrer Figur nach ſogleich eine Welle dazu abgiebt, und durch dieſe Verbindung eine Radwinde bildet. Ueberdies iſt das ungemein ſtarke Reiben bey dieſer Maſchine zwar dadurch nachtheilig, daß es zur Bewegung mehr Kraft erfordert, als nach der Theorie nöthig wäre: es verſchaft aber auch den großen Vortheil, daß die Schraube, wenn ſie einmal bis auf einen gewiſſen Punkt eingedreht iſt, nicht zurückgeht, wenn gleich die Kraft zu wirken aufhört, ſ. Reiben. Dies findet beſonders bey Schrauben mit engen Gängen ſtatt, die daher auch überall gebraucht werden, wo der Widerſtand auf eine lange Zeit ohne weiteres Zuthun der Kraft überwunden werden ſoll, z. B. beym Preſſen, Zuſammendrücken und Befeſtigen der Theile an einander, bey Erhebung ſchwerer Laſten, die nicht wieder zurückfallen dürfen, ſo

wie die Zimmerleute ganze Dächer, Stockwerke, Gebäude und dergl. in die Höhe ſchrauben, um darunter bauen zu können.

Zu Preſſen wird die Schraube entweder ſo gebraucht, daß die Mutter im Geſtelle feſt iſt, die bewegliche Spindel aber mit einem durchgeſteckten Hebel (dem Ziehpengel) umgedreht und gegen den Widerſtand niedergetrieben wird, wie bey den Druckerpreſſen und Keltern; oder ſo, daß die Spindel auf der Unterlage feſt ſteht, die bewegliche Mutter aber vermittelſt daran befindlicher Handgriffe, die die Stelle von Hebeln vertreten, umgedreht wird, und eine daran liegende Platte gegen den Widerſtand treibt, wie bey den Buchbinderpreſſen.

Zu den Unbequemlichkeiten der Schrauben kann man rechnen, daß ſie wegen des ungemeinen Reibens viel Kraft erfordern, daß ſie im Großen koſtbar ausfallen, daß ſie in Vergleichung mit ihrer geringen Größe viel Gewalt ausſtehen, und daher nicht nur ſtark, ſondern auch ſehr genau und gleichförmig gearbeitet ſeyn müſſen. So bald an einem Theile der Schraube und der Mutter das Klemmen ſtärker, als an den übrigen, iſt, ſo trägt dieſer Theil die ganze Laſt allein, und ſpringt aus, wenn er nicht feſt und ſtark genug iſt. Um die Gänge mehr zu ſchonen, werden bisweilen Schrauben mit doppelten Gängen gemacht, wo auf der halben Weite des erſten Gangs noch ein zweyter um die Spindel geführt iſt. Dies thut man vorzüglich, wenn die Weite der Gänge groß iſt, und dazu Platz verſtattet, wie bey den Schrauben der Druckerpreſſen. Eine ſolche Schraube hat nicht mehr Vermögen, als eine einfache, aber ihre Gänge tragen nur halb ſo viel Druck. Mehrere Schrauben mit einander zu verbinden, iſt nicht rathſam. Würde eine im geringſten mehr angezogen, als die übrigen, ſo bekäme ſie die ganze Laſt allein zu tragen. Daher ſind die Vorſchläge, Obeliſken u. dgl. durch eine Menge Schrauben zu erheben, beym Leupold (Theatr. machinarium. Tab. XLVI. XLVII.) in der Ausführung unmöglich.

Die Schraube ohne Ende (cochlea infinita, *vis ſans fin*) Taf. XXI. Fig. 139. iſt eine Verbindung der Schraube EF mit dem Stirnrade G, an deſſen Welle die Laſt L aufgewunden wird. Die Schraubengänge, deren hiebey höchſtens nur drey nöthig ſind, greifen zwiſchen die Zähne des Stirnrads ein, die nach ihrer Geſtalt ausgeſchnitten, alſo, wie ſchon Jungnickel (Clavis mechanica. Nürnb. 1661. 4. §. 209.) richtig bemerkt, eigentlich Schraubengänge ſind. Wenn die Kraft an der Kurbel V die Schraube umdreht, ſo wird das Rad mit umgewendet, und die Laſt gehoben. Dieſe Maſchine hat ihren Namen daher, weil ſie nicht, wie die gemeine Schraube, nur bis auf einen gewiſſen Punkt, ſondern ohne Ende fort gedreht werden kan, da die Zähne des Rads immer wieder zurückkommen.

Man nenne die Peripherie des Kreiſes, den die Kraft an der Kurbel V beſchreibt, $= \Pi$; die Peripherie des Rads $G = P$; die der Welle $= p$; die Weite der Schraubengänge $= d$: ſo wird wegen der Schraube allein fürs Gleichgewicht $K : L = d : \Pi$ ſeyn müſſen. Da nun das Rad G das Vermögen noch im Verhältniße der Halbmeſſer oder der Peripherien der Welle und des Rads $(p : P)$ verſtärkt, ſo iſt die ganze Maſchine im Gleichgewichte, wenn

$$K : L = d \, . \, p : \Pi \, . \, P.$$

Da die Zähne des Rads ſo weit von einander abſtehen müſſen, als die Weite der Schraubengänge groß iſt, ſo hat das Rad ſoviel Zähne, ſo vielmal dieſe Weite d in ſeiner Peripherie P Platz hat, oder die Anzahl der Zähne iſt $= \frac{P}{d}$. Setzt man dieſe Anzahl $= n$, ſo wird fürs Gleichgewicht

$$K : L = p : n \, . \, \Pi.$$

Soll nun das Rad einmal umgewendet, und die Laſt um die Peripherie der Welle p erhoben werden, ſo erfordert jeder Zahn eine Umdrehung der Schraube, und die Kraft muß alſo die Peripherie Π, n mal durchlaufen. Daher iſt

$$\text{Weg v. } L : \text{Weg v. } K = p : n \, . \, \Pi = K : L$$

oder die Wege verhalten ſich umgekehrt, wie die Kräfte,

daß alſo hier wiederum am Raume verlohren geht, was man an Kraft gewinnt.

Wäre z. B. der Umkreis, den die Kurbel V durchläuft = 48 Zoll, die Weite der Schraubengänge = 1 Zoll; die Peripherie des Rads = 36 Zoll (wobey es 36 Zähne bekommen würde); die Peripherie der Welle = 9 Zoll, ſo würde K : L = 9 : 36 . 48 = 1 : 192, und man würde mit 1 Pfund Kraft 192 Pfund Laſt erhalten können. Die Kraft wird aber auch durch 192 Schuh gehen müſſen, wenn die Laſt um 1 Schuh gehoben werden ſoll.

Man braucht die Schraube ohne Ende auch in Fuhrmannswinden, und auſſerdem bey vielerley Inſtrumenten, wo die Abſicht iſt, eine Umdrehung ohne Schwanken und Stoßen und ohne Verrückung der Ebne des umgedrehten Körpers zu bewirken, wie bey der Menſul und Meßſcheibe, den Stativen der Mikroſkope u. ſ. w.

Leupold Theatrum machinarum gen. Leipzig, 1724. fol. Cap. VII.

Käſtner Anfangsgr. der angewandten Mathem. Mechanik, §. 106 u. f.

Schuh, ſ. Fuß.

Schwaden, ſ. Gas.

Schwanken der Erdaxe, ſ. Wanken der Erdaxe.

Schwanken des Monds, ſ. Mond (oben S. 276. 277.).

Schwefel, Sulphur, *Soufre.* Dieſen Namen führt ein entzündlicher mineraliſcher Körper von einer blaßgelben Farbe, und einem eignen unangenehmen Geruche, der ziemlich geſchmacklos und im Waſſer unauflöslich iſt, bey gelinder Wärme ſchmelzt, mit einer blauen Flamme ohne Rauch und Ruß, und ohne hinterbleibenden Rückſtand verbrennt, dabey aber einen ſauren erſtickenden Dunſt verbreitet.

Die vollkommne Verbrennung des Schwefels ohne feſten Rückſtand hatte die ältern Chymiker verleitet, alles Verbrennliche Schwefel zu nennen. Daher zählten ſie den

Schwefel zu den Grundſtoffen der Körper, und redeten von Schwefeln der Metalle, der Pflanzen, der thieriſchen Körper u. ſ. w. Erſt **Becher** und vorzüglich **Stahl** (Zufällige Gedanken und nützliche Bedenken über den Streit von dem ſogenannten Sulphure, Halle, 1718. 8.) haben dieſe Begriffe richtiger auseinandergeſetzt, und das eigentliche Brennbare vom Schwefel unterſchieden, ſ. **Phlogiſton.** Durch dieſe Unterſuchungen iſt zugleich die Natur des gemeinen Schwefels genauer entwickelt worden.

Man findet den Schwefel gediegen oder lebendig in der Solfatara und ſonſt in der Nähe der Vulkane, am häufigſten aber mit metalliſchen durch ihn vererzten Stoffen verbunden, in den **Kieſen**, aus welchen er durch Deſtillation und Sublimation geſchieden wird. Er iſt ſpecifiſch ſchwerer, als Waſſer, aber leichter, als Erden und Steine. Das Reiben macht ſeinen Geruch merklicher, und erregt in ihm eine ſtarke urſprüngliche Elektricität. Luft und Waſſer wirken nicht merklich auf ihn.

Bey gelinder Erwärmung in der Hand ſpringt er mit Kniſtern in Stücken. Bey einer Wärme von 170 Grad nach Fahrenheit fängt er ſchon an zu verdünſten; bey noch ſtärkern Graden wird er weich, fängt an zu ſchmelzen, und iſt endlich bey 244 Grad völlig geſchmolzen. Läſt man ihn nach dem Schmelzen wiederum erkalten, ſo kryſtalliſirt er ſich ſtralen- oder nadelförmig, welche Geſtalt inwendig am regelmäßigſten erſcheint, wenn man blos die Oberfläche feſt werden läſt, und dann das innere noch flüßige abgießt. In verſchloßnen Gefäßen ſublimirt er ſich durch die Wirkung des Feuers in Geſtalt zarter nadelförmiger Kryſtallen, der **Schwefelblumen**, welche ein übrigens unveränderter Schwefel ſind.

An freyer Luft hingegen entzündet ſich der Schwefel bey einer Hitze von 302 Grad nach Fahrenheit. Seine Flamme iſt bläulich und wenig leuchtend, aber doch geſchickt andere entzündliche Körper in Brand zu ſetzen. In dephlogiſtiſirter Luft brennt er mit ſtärkerer Flamme und ſchneller, in phlogiſtiſirter und fixer Luft gar nicht. Auch bey geringen Graden der Hitze zeigt ſich ſchon der Dampf des Schwe-

fels im Dunkeln leuchtend, oder als eine kleine Flamme, die aber nicht vermögend iſt andere Körper zu entzünden, daher man nach Robins und Baume auf einem Ziegelſteine, der gerade den gehörigen Grad der Hitze hat, allen im Schießpulver enthaltnen Schwefel langſam verdampfen kan, ohne das Pulver zu entzünden.

Läſt man Schwefel unter einer Glocke verbrennen, deren innere Wände mit Waſſer benetzt ſind, ſo vereinigen ſich die ſauren Dämpfe mit dem Waſſer, und es fließt in die untergeſetzte Schüſſel der ſogenannte **Schwefelgeiſt** (Spiritus ſulphuris per campanam, *Eſprit de ſoufre)* herab, welcher nichts anders, als eine phlogiſtiſirte Vitriolſäure iſt, und ſich mit der Zeit in gewöhnlichen Vitriolgeiſt verwandlet, ſ. **Schwefelſäure, flüchtige.** Hängt man Tücher, mit fixen Laugenſalzen getränkt, über brennenden Schwefel, ſo verwandlen ſich die Laugenſalze in eben ſolche Mittelſalze, wie die phlogiſtiſirte Vitriolſäure ſonſt mit ihnen giebt, und die man **Schwefelſalze** nennt. In der Folge werden daraus die gewöhnlichen vitrioliſchen Neutralſalze, nemlich vitrioliſirter Weinſtein oder Glauberſalz, ſ. **Neutralſalze.**

Durch Verbrennung des Schwefels unter einer mit Waſſer geſperrten Glocke voll atmoſphäriſcher oder dephlogiſtiſirter Luft, wird dieſe Luft beträchtlich vermindert und phlogiſtiſiret. Bey Hrn. **Grens** Verſuche (Diſſ. de geneſi äeris fixi et phlogiſticati. Halae 1786. p. 52—54.) blieb nur noch $\frac{1}{5}$ des anfänglichen Luftvolumens zurück, und dies war phlogiſtiſirte Luft, ohne die mindeſte Spur von Luftſäure. Uebrigens hat **Lavoiſier** gefunden, daß die Säure, welche ſich hiebey mit dem Waſſer verbindet, und den Schwefelgeiſt bildet, an Gewichte mehr beträgt, als der Schwefel, woraus ſie entſtand. Sperrt man den Apparat mit Queckſilber, welches die Säure nicht abſorbirt, ſo bleibt dieſe als ein ſchwefelſaures Gas (ſ. **Gas, vitriolſaures**) mit der Luft verbunden, daher iſt die Verminderung des Volumens nicht ſo anſehnlich, als beym Sperren mit Waſſer; auch erſtickt die Flamme eher, und die Verbrennung geſchieht nicht vollkommen.

Man ſieht aus dieſen Verſuchen ſchon deutlich, daß der Schwefel aus Vitriolſäure und Phlogiſton beſtehe. Da dieſe Beſtandtheile durch die Verbrennung völlig davon getrieben werden, ſo kan natürlich kein erdigter Rückſtand, wie bey andern Verbrennungen, übrigbleiben, auch kein Rauch oder Ruß erzeugt werden.

Wenn man geſchmolzenen Schwefel in Waſſer gießt, ſo wird er darinn zu einer weichen biegſamen Maſſe von rother Farbe, die nach und nach die vorige Conſiſtenz wieder annimmt, und daher zum Abformen der geſchnittenen Steine und Münzen bequem gebraucht werden kan. Man leitet dieſes Weichwerden von angezognen Waſſertheilen her.

Die concentrirte Vitriolſäure und der rauchende Salpetergeiſt löſen in der Hitze den Schwefel auf. Die übrigen Säuren wirken nicht auf ihn.

Die Laugenſalze und Kalkerden aber verbinden ſich mit ihm zu einem im Waſſer auflöslichen Gemiſche, dem man den Namen einer **Schwefelleber** (hepar ſulphuris, *foie de ſoufre)* giebt. Gleiche Theile ätzendes fixes Laugenſalz und gepülverter Schwefel geben zuſammengeſchmolzen eine ſehr vollkommne Schwefelleber von einer leberbraunen Farbe, die an der Luft leicht zerfließt, dabey den unangenehmen Geruch der faulen Eyer annimmt, und ſich im Waſſer mit einer dunkelgelben Farbe auflöſet. Auch auf dem naſſen Wege laſſen ſich ſolche Schwefellebern durch Zuſammenreiben an freyer Luft, oder durch Kochen einer Lauge mit gepülvertem Schwefel bereiten. Die milden Laugenſalze geben weit ſchwächere Lebern, weil ihre Luftſäure die Vereinigung des Alkali mit dem Schwefel hindert.

In dieſen Schwefellebern ſcheint das Alkali auf beyde Beſtandtheile des Schwefels zugleich zu wirken. Es iſt mit keinem ſtärker verbunden, als mit dem andern; es ſchwächt aber offenbar den Zuſammenhang beyder unter einander, und hängt ſelbſt mit ihnen nur ſchwach zuſammen. Daher kömmt auch der auffallend ſtarke Geruch, und der Umſtand, daß die allerſchwächſten Säuren zureichen, aus den Auflöſungen der Schwefellebern in Waſſer den Schwefel wieder niederzuſchlagen. Tröpfelt man in eine ſolche Auf-

löſung ein wenig verdünnte Vitriolſäure, ſo wird der Geruch faſt unerträglich, und es ſchlägt ſich ein weiſſes Pulver, die **Schwefelmilch**, nieder, die durch Zuſammenſchmelzen wieder gewöhnlichen Schwefel liefert. Das hiebey entwickelte Gas iſt Schwefelleberluft, ſ. **Gas, hepatiſches**, dergleichen ſich auch aus der troknen Schwefelleber, wenn ſie mit Waſſer in Berührung kömmt, und aus der Auflöſung in der Hitze, ohne Zuſatz einer Säure, entbindet. Wenn die Schwefelleber durch langes Stehen an der Luft, oder durch anhaltendes Röſten, von allem Flüchtigen befreyt wird, ſo verwandlet ſie ſich endlich in ein gewöhnliches vitrioliſches Neutralſalz.

Umgekehrt erhält man aus den vitrioliſchen Neutralſalzen eine wahre Schwefelleber, wenn man dieſelben mit gleichen Theilen vom fixen Alkali und etwas Kohlenſtaub zuſammenſchmelzt. Die ausgegoßne Maſſe, worinn die Kohlen wirklich aufgelöſet ſind, hat eine grünliche Farbe, lößt ſich im Waſſer auf, und läßt nach dem Durchſeihen, bey zugeſetzter Säure, einen **künſtlichen Schwefel** fallen. Dieſe Bereitung beweiſet die Miſchung des Schwefels aus Vitriolſäure und Phlogiſton noch deutlicher, und weil dabey alle Arten von Kohlen einerley Schwefel geben, ſo ſchloß **Stahl** (Exp. novum verum ſulphur arte producendi in Opuſc. p. 299.), daß das Brennbare aller Körper einerley ſey.

Die Schwefelleber iſt ein mächtiges Auflöſungsmittel der Metalle, wenn man ſie zu dem fließenden Metalle trägt, und nach der Verbindung ſogleich vom Feuer hinwegnimmt. So löſet ſie alle Metalle, nur den Zink nicht, auf, und macht ſie mit ſich im Waſſer auflöslich.

Lebendiger Kalk mit einem Viertel gepülverten Schwefel gemengt, und nach und nach mit Waſſer gelöſcht, giebt eine **kalkartige Schwefelleber**, dergleichen man auch erhält, wenn man Gyps mit verbrennlichen Körpern im Feuer behandlet, wo der Gyps die Vitriolſäure hergiebt. Wenn man die kalkartigen Schwefelebern röſtet, ſo bleibt ein Gyps zurück, der ſehr gut zu Lichtſaugern dient. Ein Beyſpiel hievon giebt die Bereitung von Cantons Phosphorus, ſ.

Phosphorus. Nach Bergmanns Angaben laſſen ſich auch ſchwererdige und bitterſalzerdige Schwefellebern bereiten. Die flüchtige Schwefelleber, welche man auch Boylens rauchenden Geiſt, Beguins Schwefelöl, geſchwefelten Salmiakgeiſt nennt, wird aus Schwefel, Salmiak und ungelöſchtem Kalk deſtillirt.

Mit den Metallen verbindet ſich der Schwefel ſehr leicht, und iſt eines ihrer gewöhnlichſten Vererzungsmittel. Nur mit dem Golde und der Platina geſchieht dieſe Vereinigung nicht ohne Zwiſchenmittel, und was den Zink betrift, ſo wird die Möglichkeit ſeiner Verbindung mit dem Schwefel von den Chymikern faſt allgemein geläugnet. Man befreyt die Metalle vom Schwefel entweder durch das Röſten, oder durch Säuren, die den Schwefel nicht angreifen, oder durch andere mit dem Schwefel näher verwandte Metalle, wovon bey den Hüttenarbeiten häufige Beyſpiele vorkommen.

Die Oele und Fettigkeiten löſen den Schwefel mit Hülfe der Wärme vollkommen auf, und geben dadurch die Schwefelbalſame, welche eine bräunliche Farbe, einen ſtarken Schwefelgeruch, und einen ſcharfen unangenehmen Geſchmack haben. Die ätheriſchen Oele können in der Hitze weit mehr Schwefel aufgelößt erhalten, als wenn ſie kälter werden; daher kryſtalliſirt ſich in den Auflöſungen beym Erkalten ein Theil des Schwefels, in langen rothen Kryſtallen, die man Schwefelrubine nennt. Die ſchmierigen Oele und der Schwefel werden durch die Einwirkung auf einander einigermaſſen zerſetzt, daher ſich der Schwefelgeruch der Balſame und die Entſtehung der Schwefelſäure erklärt, die man durch die Deſtillation aus ihnen erhalten kan.

Alle dieſe Phänomene ſtimmen mit Stahls Behauptung überein, daß der Schwefel blos aus Vitriolſäure und reinem Brennbaren beſtehe. Dieſer Satz iſt auch zeither von den Chymiſten allgemein angenommen worden. Inzwiſchen hat Lavoiſier, nach ſeinem an mehrern Stellen dieſes Wörterbuchs erwähnten antiphlogiſtiſchen Syſtem, den Schwefel für einen einfachern Stof erklärt, welcher nicht Vitriolſäure in ſich enthalte, ſondern vielmehr ſelbſt einen

Beſtandtheil der Vitriolſäure ausmache. Er glaubt nemlich, daß der Schwefel mit der *Baſe oxygène* oder dem ſäuremachenden Grundſtoffe der reinen Luft verbunden, Vitriolſäure erzeuge, dieſe Säure aber ſich wieder in Schwefel verwandle, wenn man ihr dieſes ſaure Principium entziehe. Unter die vornehmſten Gründe dieſes Syſtems gehört der Umſtand, daß man durch die Verbrennung des Schwefels mehr Vitriolſäure dem Gewichte nach erhält, als der Schwefel beträgt, woraus ſie entſtanden iſt. Es läſt ſich aber dieſes auch nach der Stahliſchen Theorie erklären. Da die Luft hiebey beträchtlich vermindert und phlogiſtiſirt wird, ſo iſt ſehr wahrſcheinlich, daß das, was derſelben abgeht, nemlich der reinere Theil, oder die dephlogiſtiſirte Luft, zur Säure hinzukomme, und ihrem Gewichte beytrete. Dieſer Zuſatz verliert die Luftgeſtalt, weil ihm der dazu nöthige Wärmeſtof entzogen wird; vielleicht bildet er auch mit dem Phlogiſton des Schwefels Waſſer, und verbindet ſich als ein ſolches mit der Säure. Nimmt man dieſe Erklärung an, von der ſchon oben bey der Verbrennung des Phosphorus (S. 483 u. f.) gehandlet worden iſt, ſo braucht man das Phlogiſton weder mit **Lavoiſier** ganz zu verwerfen, noch mit Herrn **Gren** für einen abſolut leichtmachenden Stoff zuerklären, durch deſſen Entweichung das Gewicht der im Schwefel enthaltenen Vitriolſäure vergrößert werde.

Von der phlogiſtiſirten Vitriolſäure unterſcheidet ſich der Schwefel dadurch, daß in ihm die Säure mit Phlogiſton geſättigt iſt, und ſich deswegen gar nicht mehr, als Säure, zeigen kan, welches bey jener der Fall nicht iſt, ſ. **Schwefelſäure, flüchtige**. Das Verhältniß der beyden Beſtandtheile des Schwefels läſt ſich wohl gar nicht angeben. Denn welches Syſtem man auch annehmen mag, ſo entſtehen doch nach allen durch die Zerſetzung des Schwefels neue Verbindungen, welche das Gewicht der Beſtandtheile ändern, und, was das reine Brennbare betrift, ſo läſt ſich über deſſen Gewicht in keinem Falle einige Beſtimmung geben. Nach **Brandt** ſoll ſich das Phlogiſton im Schwefel zur Vitriolſäure, wie 3 : 50, nach **Neumann**,

wie 1 : 127, nach andern, wie 1 : 6, nach **Kirwan** (Von der Menge des Phlogiſton im Schwefel, in deſſen Verſ. und Beob. St. 1. S. 124.) wie 40, 61 zu 59, 39 verhalten. Nach Hrn. Gren wiegt die im Schwefel ſteckende Vitriolſäure gar mehr, als der ganze Schwefel ſelbſt.

Die Vitriolſäure giebt mit dem Phlogiſton nur dann einen Schwefel, wenn ſie vollkommen trocken iſt, oder in den troknen Zuſtand verſetzt werden kan. Die Oele und brennbaren Geiſter liefern daher nur phlogiſtiſirte Vitriolſäure, aber die Kohlen dieſer Oele und aller verbrennlichen Materien bilden Schwefel. Im Schwefel ſelbſt findet ſich nicht das geringſte Oel, und er iſt daher von den Erdharzen völlig unterſchieden. Da die Vitriolſäure nicht die einzige iſt, die ſich mit dem Brennbaren verbinden kan, ſo nehmen einige Chymiſten auch trokne Verbindungen anderer Säuren mit dem Phlogiſton unter dem Namen **Salpeterſchwefel**, **Kochſalzſchwefel** ꝛc. an, wie z. B. **Macquer** bey der Erklärung des Verpuffens einen Salpeterſchwefel zu Hülfe nimmt.

Der Nutzen des Schwefels iſt ſehr ausgebreitet. In der Chymie braucht man ihn zu Schmelzung, Niederſchlagung, Scheidung und Reinigung verſchiedener Metalle und Mineralien, ingleichen zu Bereitung der Vitriolſäure, ſo, wie die Schwefellebern zu Auflöſungen der Metalle. In der Arzneykunſt dient er ſowohl innerlich, insbeſondere bey ſchlaffen ſäurevollen Perſonen, als ein eröfnendes, abführendes, wurmtreibendes, reizendes und balſamiſches Mittel, als auch äuſſerlich gegen verſchiedene Hautkrankheiten. Auch einige mineraliſche Waſſer, die theils zum Trinken, theils zum Baden gebraucht werden, z. B. die zu Aachen, erhalten ihre Heilkraft zum Theil von dem mit ihnen verbundenen Schwefel. In den Künſten braucht man ihn zur Zuſammenſetzung einiger Kütte und Theere, zu Abdrücken von geſchnittenen Steinen, zum Schwefeln oder Weißmachen der Wolle, Seide und vieler andern Materien, die man ſeinem Dampfe ausſetzt, und deren ſonſt nie zu vernichtende Farben von der flüchtigen Säure des brennenden Schwefels zerſtöret werden. Man verbeſſert auch mit ihm die

durch faule Anſteckungsgifte verdorbne Luft. Der Haushaltung nützt er durch den bekannten Gebrauch der Schwefelfäden und Schwefelhölzer, ingleichen durch das Schwefeln der Weinfäſſer. Er macht einen Beſtandtheil des Schießpulvers, und der Zuſammenſetzungen zu Kunſtfeuern aus. In der Experimentalphyſik kan er als ein idioelektriſcher Körper zum Iſoliren oder zu Erregung der urſprünglichen Elektricität gebraucht werden.

Macquer chymiſches Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Schwefel.
Gren ſyſtemat. Handbuch der Chemie, Erſter Theil, §. 735 u. f.

Schwefelleber, ſ. Schwefel.
Schwefelleberluft, ſ. Gas, hepatiſches.

Schwefelſäure, flüchtige, phlogiſtiſirte Vitriolſäure, Acidum ſulphuris volatile, Acidum vitrioli phlogiſticatum, *Acide ſulphureux volatil.* Die flüchtige Schwefelſäure iſt eine durch Verbindung mit dem Brennbaren veränderte und verflüchtigte Vitriolſäure. Sie iſt von der gewöhnlichen reinen Vitriolſäure auf eine ſehr ausgezeichnete Art unterſchieden, indem ſie den durchdringenden erſtickenden Geruch des brennenden Schwefels und ſo viel Flüchtigkeit hat, daß ſie ſchon bey Berührung der Luft verfliegt, und ſich nie concentrirt darſtellen läſt. Ihre Säure und ihre Verwandtſchaften gegen andere Körper ſind auch weit ſchwächer, als die der gewöhnlichen Vitriolſäure.

Man erhält ſolche flüchtige Schwefelſäure durch alle Verbindungen des Vitriolöls mit entzündlichen Körpern, durch welche auch das reinſte Vitriolöl eine bräunliche Farbe annimmt, und einen Schwefelgeruch hervorbringt. Wenn man 4 Theile Vitriolöl und 1 Theil von einem ausgepreßten Pflanzenöle in einer Retorte behutſam zuſammenbringt, und bey gelindem Feuer mit vorgeſchlagnem Waſſer deſtilliret, ſo geht dieſe flüchtige Schwefelſäure in die Vorlage über, und der Rückſtand des Pflanzenöls wird ganz ſchwarz, harzig und trocken.

Eben dieſe Säure erhält man durch die Verbrennung des Schwefels unter Glocken, deren Wände mit Waſſer benetzt ſind, und durch Deſtillation des Vitriolöls aus Retorten, welche einen kleinen Riß haben, durch den das Phlogiſton der Kohlen dringen kan. Vorzüglich leicht läſt ſie ſich in Luftgeſtalt darſtellen, und führt alsdann den Namen der vitriolſauren Luft, die im Queckſilberapparat geſperrt werden kan, ſ. Gas, vitriolſaures. Durch Berührung des Waſſers verliert ſie die Luftgeſtalt augenblicklich, wird von demſelben eingeſogen, und giebt ihm alle Eigenſchaften einer flüßigen Schwefelſäure.

Die Farben der Pflanzen und einige thieriſche Pigmente, welche die gewöhnliche Vitriolſäure nur verändert, werden von der flüchtigen Schwefelſäure gänzlich zerſtört und weggenommen. So verliert z. B. die Tinktur von Roſenblättern ihre Farbe gänzlich. Darauf gründet ſich das Weißmachen oder Schwefeln der Wolle und Seide, weil der Dampf des brennenden Schwefels eine wahre flüchtige Schwefelſäure iſt.

Die Neutral- und Mittelſalze, welche aus der phlogiſtiſirten Vitriolſäure mit Laugenſalzen und Erden bereitet werden, bekommen den Namen der **Schwefelſalze**, z. B. ſchwefelſaurer Weinſtein, oder **Stahls Schwefelſalz**, Schwefelſalmiak, ſchwefelſaure Kalkerde u. ſ. w. Sie unterſcheiden ſich von den gewöhnlichen vitrioliſchen Salzen durch eine größere Auflöslichkeit im Waſſer, durch einen ſchweflichten Nebengeſchmack, eine andere Kryſtallenform und eine ſchwächere Verbindung ihrer Beſtandtheile, vermöge welcher ſie ſehr leicht, und ſelbſt durch die ſchwächſten Pflanzenſäuren, zerſetzt werden.

Da die flüchtige Schwefelſäure ſich durch die bisher erzählten Eigenſchaften von der Vitriolſäure entfernt, und mehr dem Verhalten der Salpeterſäure nähert, ſo hat man daraus einen Beweisgrund für **Stahls** Behauptung herleiten wollen, daß die Vitriolſäure der allgemeine Grundſtof aller Säuren ſey, und ſich durch eine noch innigere Verbindung mit dem Brennbaren in Salpeterſäure würde verwandlen laſſen. Aber dieſe Behauptung iſt ohne Grund,

da ſich, wie man jetzt gewiß weiß, beyde Säuren ſehr weſentlich unterſcheiden. Nach Lavoiſier's Syſtem iſt die flüchtige Schwefelſäure eine ihrer reinen Luft großentheils beraubte und mit Waſſer verbundene Vitriolſäure.

Man muß dieſe Säure in Flaſchen von weiſſem Glaſe aufheben, welche mit eingeriebnen Stöpſeln wohl verſchloſſen ſind, und ſie ſo wenig, als möglich, der freyen Luft ausſetzen. Ihre Flüchtigkeit macht, daß ſie ſehr leicht verlohren geht, und erſchwert daher auch die Unterſuchung ihrer Verbindungen mit andern Körpern, z. B. den Erden und Metallen.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Schwefelſäure, flüchtige.

Gren ſyſtemat. Handbuch der Chemie. Erſter Theil, §. 718 u. f.

Schwer, Grave, *Grave, Peſant.* Im allgemeinſten Sinne des Worts heißt ein Körper gegen einen andern **ſchwer**, wenn man in ihm ein Beſtreben findet, ſich nach dieſem andern hin zu bewegen, ohne daß man eine äuſſere Urſache dieſes Beſtrebens gewahr wird. Man hat Gründe anzunehmen, daß alle Körper und alle Theile der Materie überhaupt gegen einander ſchwer ſind, ſ. **Attraction, Gravitation.** Iſt ein Körper gegen mehrere andere zugleich, oder gegen mehrere materielle Theile, die durch einen gewiſſen Umfang verbreitet ſind, merklich ſchwer, ſo wird er nach mehrern Richtungen zugleich ſollicitirt, und es entſteht daraus ein zuſammengeſetztes Beſtreben nach einer mittlern Richtung, welches den Körper nach einem gewiſſen Punkte treibt, ſ. **Mittelpunkt der Anziehung** (oben S. 252). Alsdann ſagt man auch wohl, der Körper ſey **gegen dieſen Punkt ſchwer**; obgleich der Grund nicht in dem Punkte, ſondern in der um ſelbigen verbreiteten Maſſe liegt, die ſo wirkt, als ob ſie in dieſem Punkte beyſammen wäre. So ſind die Materien der Himmelskörper gegen ihre Mittelpunkte ſchwer.

In eingeſchränkterer Bedeutung heißt ein Körper **ſchwer**, wenn man in ihm ein Beſtreben findet, ſich nach

der Maſſe der ganzen Erdkugel hin, oder nach dem Mittelpunkte ihrer Anziehung, zu bewegen, d. i. zu **fallen**, ſ. **Fall der Körper.** Man findet dieſes Beſtreben bey allen bekannten Körpern, und ſchließt daraus, alle Materie ſey ſchwer. Dieſes Beſtreben iſt, ſo lange man an einem und ebendemſelben Orte der Erdfläche bleibt, für jeden Theil der Materie gleich groß, und macht alſo in jedem Körper eine deſto größere Summe aus, je mehr Theile oder Maſſe er enthält, ſ. **Maſſe.** Dieſe Summe heißt das abſolute Gewicht des Körpers, ſ. **Gewicht.**

Endlich nennt man auch einen Körper **ſchwer** (ponderoſum, *peſant)* wenn ſein abſolutes Gewicht in Vergleichung mit andern groß iſt. Hiebey bedeutet das Wort **ſchwer** eigentlich **viel wiegend**, und wird dem **leichten**, oder wenig wiegenden entgegengeſetzt, ſ. **Leicht.** Dieſer Begrif iſt relativ, und man kan keinen Körper an ſich leicht oder ſchwer in dieſem Sinne nennen, ſondern nur ſagen, daß er leichter oder ſchwerer, als ein anderer, ſey. Dies bezieht ſich auf das Gewicht des ganzen Körpers, welches aus zwo Urſachen vom Gewichte eines andern verſchieden ſeyn kan, entweder, weil jeder Theil von beyden mit verſchiedener Stärke zum Fallen getrieben wird, oder weil die Anzahl der Theile in beyden verſchieden iſt. Aus der erſten Urſache iſt ebenderſelbe Körper in Lappland ſchwerer, als in Peru; aus der zwoten iſt ein Centner ſchwerer, als ein Pfund.

Specifiſch ſchwerer oder **ſchwerartiger** (ſpecifice gravius) als ein anderer, heißt ein Körper, wenn er an ebendemſelben Orte bey gleichem Volumen dennoch mehr, als jener andere wiegt. Man ſchließt daraus, daß er in gleichem Raume mehr Maſſe, als der andere, enthalte, d. i. daß er **dichter** (denſius) ſey, ſ. **Dichte, Schwere, ſpecifiſche.**

Schwere, allgemeine, ſ. **Gravitation.**

Schwere der Erdkörper, Gravitas, Gravitas corporum terreſtrium, *Gravité des corps terreſtres ou ſublunaires, Peſanteur.* Dieſen Namen führt das Beſtreben aller Körper auf der Oberfläche der Erde, nach Richtungen

zu fallen, welche mit der ebnen Oberfläche des ſtillſtehenden Waſſers rechte Winkel machen. Es iſt eine allgemeine Erfahrung, daß überall auf der Erdfläche freygelaſſene Körper zu Boden fallen, unterſtützte auf ihre Unterlagen drücken, und aufgehangene die Fäden, von denen ſie getragen werden, ausſpannen. Unterſucht man die Richtungen dieſes Fallens, Drückens und Spannens, mit Ausſchluß aller fremden Einwirkungen, ſo findet man ſie ſtets genau lothrecht auf der Horizontalebne oder Waſſerfläche. Selbſt da, wo die Nähe großer Berge Einflüße auf die Richtung ſchwerer Körper hat, wirken doch eben dieſe Einflüße auch auf den Stand des Waſſers, und es erhält ſich auch hier die lothrechte Stellung der Linien des Falles gegen die Waſſerfläche, die man alſo, als allgemeine Erfahrung, bey der Definition der Schwere der Erdkörper, ſicher zum Grunde legen darf.

Wäre die Erde eine vollkommne Kugel, und ganz mit Waſſer bedeckt, ſo würden alle auf der Fläche lothrecht ſtehende Linien in ihren Mittelpunkt zuſammen laufen, und alle Körper **gegen der Erde Mittelpunkt** ſchwer ſeyn. Auf dem Sphäroid aber (Taf. XXI. Fig. 140.) fallen dergleichen Linien, wie Mm, Nn, mit den Halbmeſſern der Krümmung oder den Normallinien zuſammen, welche durch die Mittelpunkte der Krümmungskreiſe gehen. Nur für diejenigen Stellen der Erde, welche unter den Polen P und S und im Aequator AQ liegen, gehen die Halbmeſſer der Krümmung zugleich durch den Mittelpunkt C des Sphäroids ſelbſt: an allen übrigen Stellen ſind die Körper nicht gegen den Mittelpunkt der Erde, ſondern gegen andere in den Normallinien liegende Punkte ſchwer. Nemlich die Körper zeigen Beſtrebung, gegen alle Theile der ganzen Erdmaſſe zu fallen, die nach unendlich verſchiedenen Richtungen auf allen Seiten um die Normallinie herumliegen. Daraus reſultirt eine mittlere Richtung nach der Normallinie ſelbſt.

Ein Körper, der dieſer Richtung frey folgen kan, fällt nach den Geſetzen, welche beym Worte: **Fall der Körper** ausführlich angegeben ſind. Hiebey iſt es einer-

ſey, ob der Körper aus mehr oder weniger Theilen beſteht, indem jeder Theil ſo geſchwind, als der andere, getrieben wird, mithin das Ganze um nichts geſchwinder fällt, als jeder ſeiner Theile. Wird aber der Körper unterſtützt, ſo zeigt ſich das Beſtreben zu fallen, durch Druck auf die Unterlage, oder auf das Hinderniß, das den Fall verhütet. Hiebey iſt die Menge der Theile nicht mehr gleichgültig; denn da das Hinderniß den Fall aller Theile verhüten muß, ſo wird es deſto mehr gedrückt, je größer die Anzahl der Theile, oder die Maſſe des Körpers, iſt. Die Größe dieſes Drucks heißt das **Gewicht** des Körpers; und hierauf gründet ſich der Unterſchied zwiſchen **Gewicht** und **Schwere** der Erdkörper, indem Schwere das Beſtreben jedes einzelnen Theils, Gewicht die Summe der Beſtrebungen aller Theile bedeutet, ſ. **Gewicht** (Th. II. S. 492.).

Da man alles Kraft nennt, was Bewegung hervorbringt oder hervorzubringen ſtrebt, ſo iſt es natürlich, auch die Schwere der Erdkörper als eine Kraft zu betrachten. Kraft, die in jeden einzelnen Theil einer Maſſe wirkt, heißt **beſchleunigende**, die in eine ganze Maſſe wirkt, **bewegende Kraft**. Daher iſt die Schwere eine beſchleunigende, das Gewicht eine bewegende Kraft, und man kan das Gewicht durch das Produkt der Schwere in die Maſſe ausdrücken, ſ. **Kraft beſchleunigende; Kraft bewegende**.

Die Größe der Schwere, als einer beſchleunigenden Kraft, wird durch die Geſchwindigkeit beſtimmt, mit welcher ſie den fallenden Körper forttreibt, oder durch den Raum, durch welchen die Körper in einer beſtimmten Zeit, z. B. in einer Secunde, fallen. Setzt man die Schwere in unſern Gegenden, welche in der erſten Secunde durch 15,625 rheinl. Fuß treibt, = 1, ſo laſſen ſich die Schweren an andern Orten der Erdfläche in Zahlen ausdrücken. Sie verhalten ſich nemlich, wie die Längen des Secundenpendels an dieſen Orten, ſ. **Pendel** (oben S. 426 u. f.). Wenn man alſo, wie dort gezeigt iſt, das Secundenpendel unterm Aequator, in Paris, und unterm Pole, 439,10 Lin.; 440,57 Lin.; und 441,69 Lin. findet, ſo iſt die Schwere

unterm Aequator = 0,99666 ..
in Paris . . = 1,00000
unterm Pole . = 1,00254 ..

Man findet die Schwere der Erdkörper in höhern Gegenden geringer, als in niedrigern. **Newton** beſtätigte dieß zuerſt, indem er fand, daß ſie ſich bis zum Monde erſtrecke, und denſelben alle Minuten 15 — 16 Fuß weit gegen die Erde führe, da ſie bey uns die Körper in eben der Zeit durch 60. 60. 15 Fuß, oder 3600 mal weiter führen würde. Dem zu Folge macht ihre Größe in dieſer 60 fachen Entfernung vom Mittelpunkte der Erde, nur den 3600ſten Theil von der Schwere der Erdkörper aus, und nimmt alſo im **umgekehrten Verhältniße des Quadrats der Entfernung** vom Mittelpunkte der Erde ab. Da ſich die Gravitation der Himmelskörper nach eben dem Geſetze richtet, ſo betrachtete **Newton** die Schwere mit Recht als einen einzelnen Fall des allgemeinen Phänomens der Gravitation, ſ. **Gravitation.**

Selbſt auf der Erdfläche hat man nachher Beſtätigungen dieſes Geſetzes der Schwere gefunden. Wenn die Höhe eines Berges gegen den Halbmeſſer der Erde nicht ganz unbeträchtlich iſt, ſo muß die Schwere, mithin auch die Länge des Secundenpendels, auf der Spitze des Berges etwas geringer, als am Fuße deſſelben, ſeyn. In der That hat **Bouguer** in Quito das Secundenpendel in einer Höhe von 1500 Toiſen nur 438,82 Linien, und auf dem 2400 Toiſen hohen Pichincha 438,69 Linien gefunden, da es am Ufer des Meeres 439,10 Linien war, ſ. **Pendel.**

Die verſchiedene Größe der Schwere an verſchiedenen Stellen der Erdfläche hängt von zwo Urſachen ab. Die erſte derſelben iſt die **abgeplattete Geſtalt** der Erde, wobey nicht alle Theile der Oberfläche von den Mittelpunkten der Anziehung, nach welchen ſie eigentlich ſchwer ſind, gleich weit abſtehen, und ſchon daher wegen des eben angeführten Geſetzes der Gravitation verſchiedene Schweren haben müſſen. **Newton** (Princip. L. III. Prop. 19.) beweißt, daß auf einem elliptiſchen Sphäroid, deſſen Axe

ſich zum Durchmeſſer, wie 100: 101 verhielte, die Schwere am Ende der Axe zur Schwere am Ende des Durchmeſſers im Verhältniſſe 501 : 500 ſeyn müſte. So etwas würde auch auf der Erdkugel ſtatt finden, wenn ſie ein ruhendes Sphäroid wäre. Die zwote Urſache aber iſt die aus der täglichen Umdrehung entſtehende Schwungkraft, die an allen Orten der Erde, nur die Pole ausgenommen, der Schwere zum Theil entgegenwirkt, und unter dem Aequator der Erde den 289ſten Theil von der Schwere hinwegnimmt, ſ. Schwungkraft.

Beyde Urſachen combiniren ſich ſo, daß eine mit auf die andere wirkt. Nemlich die Schwungkraft, wenn die Erde flüßig iſt, beſtimmt die Geſtalt der Erde ſelbſt, die ſich durch den Schwung ſo lang verändern muß, bis die Säulen von Maſſe, PC und AC, Taf. XXI. Fig. 140. welche ſich vom Pole P und von dem Endpunkte des Aequators A bis an den Mittelpunkt des Sphäroids C erſtrecken, mit einander im Gleichgewichte ſind. Newton führt die Rechnung hierüber auf eine ſinnreiche Art. Er bleibt zuerſt bey dem Sphäroid ſtehen, in welchem ſich PC : CA = 100 : 101 verhält, und wo die Schwere, wenn es ruhte, in PC und in AC = 501 : 500 ſeyn würde. Da der Druck nach dem Producte der Schwere in die Maſſe oder in die Höhe der Säulen flüßiger Materien zu ſchätzen iſt, ſo würde hiebey der Druck der Säulen PC und AC ſich, wie 501 × 100 : 500 × 101, d. i. wie 501 : 505 verhalten. Soll alſo dieſes Sphäroid durch den Schwung im Gleichgewichte erhalten werden, ſo muß derſelbe ſo ſtark ſeyn, daß er das Gewicht oder die Schwere der Maſſe in AC von 505 auf 501 herabſetzt, oder um $\frac{4}{505}$ vermindert. So ſtark iſt nun bey der Erdkugel die Schwungkraft nicht; ſie vermindert die Schwere in AC nur um $\frac{1}{289}$; daher kann auch bey ihr das Verhältniß PC : AC = 100 : 101 nicht ſtatt finden, oder die Abplattung nicht völlig $\frac{1}{100}$ betragen.

Um alſo die wirkliche Abplattung der Erde zu finden, ſchließt Newton nach der Regel Detri: Eine um $\frac{4}{505}$ vermindernde Schwungkraft würde den Ueberſchuß von

AC über PC = $\frac{1}{100}$ geben; welchen Ueberſchuß giebt eine um $\frac{1}{289}$ vermindernde Schwungkraft? Nun iſt

$$\frac{4}{505} : \frac{1}{100} = \frac{1}{289} : \frac{1}{229}$$

Mithin der Ueberſchuß von AC über PC = $\frac{1}{229}$, oder AC : PC = 230 : 229. Dies iſt die Rechnung, deren ich ſchon beym Worte **Erdkugel** (Th. II. S. 27. 28.) gedacht, dort aber das Reſultat 230,6 : 229,6 nach der erſten Ausgabe der newtoniſchen Principien angeführt habe.

Wie ſich nun die Schweren an den verſchiedenen Stellen eines ſolchen Ellipſoids verhalten müſſen, welches durch die Schwungkraft ins Gleichgewicht und in den Beharrungsſtand gekommen iſt, das macht den Gegenſtand einer mathematiſchen Unterſuchung aus, welche ſchon von **Newton** angefangen, nachher aber von **Maclaurin, Simpſon, Clairaut**, weiter fortgeſetzt, und vom **P. Friſi** (De gravitate univerſali corporum Libri III. Mediol. 1768. 4 maj. L. II. c. 2.) im Zuſammenhange vorgetragen worden iſt. Die Reſultate ſind, daß ſich die Schweren in M und N, wie die Normallinien Mm und Nn, oder faſt umgekehrt, wie die Abſtände vom Mittelpunkte NC und MC, ingleichen, wie die Cubikwurzeln aus den Halbmeſſern der Krümmung bey M und N, verhalten; daß ſich die Zunahme der Schwere vom Aequator nach dem Pole zu allemal wie das Quadrat des Sinus der Breite verhält, u. ſ. w. Hiebey iſt aber angenommen, daß die Maſſe der Erde, wenigſtens in proportionalen Abſtänden vom Mittel, überall gleiche Dichtigkeit habe.

Dieſe Sätze würden ſich genau auf die Beſtimmung der Schweren an verſchiedenen Orten der Erdfläche anwenden laſſen, wenn die Geſtalt der Erde in der That ellipſoidiſch und ihre Dichte gleichförmig wäre. Aber die Vergleichung mit den wirklichen Abmeſſungen macht dieſe Vorausſetzungen ſehr zweifelhaft, ſ. **Erdkugel** (Th. II. S. 32. 39. 40.). Es iſt daher weit rathſamer, die Größen der Schwere blos durch unmittelbare Verſuche mit dem Pendel zu beſtimmen. Wie dies geſchehe, iſt beym Worte **Pendel** (oben S. 426. u. f.) gezeigt worden, wo man auch

eine Tabelle findet, die den Zuſtand der Schwere auf der Erdfläche deutlich vor Augen legt, indem ſich die Schweren an den darinn benannten Orten, wie die angegebnen Längen des Secundenpendels, verhalten.

Veränderungen der Schwere an einerley Orte der Erde ſind nie bemerkt worden. Der Stand des Monds und der Sonne hat zwar unläugbar Einfluß auf Schwere und Gewicht der Erdkörper, wie die Bewegungen des Meeres unwiderſprechlich beweiſen, ſ. **Ebbe und Fluth**; aber dieſe Wirkungen ſind zu gering, und können nie anders, als in ſehr großen flüßigen Maſſen, ſichtbar werden. Auſſerdem fallen die Körper überall noch ebenſo geſchwind, als ſie ehedem fielen, und man bemerkt keine Aenderungen in der Länge des Secundenpendels.

Die Schwere wirkt unaufhörlich, und ohne irgend eine merkliche Pauſe in die Körper, in welchem Zuſtande ſich auch dieſelben befinden mögen. Der ruhende Körper übt gegen die Hinderniße, die ſeinen Fall verhüten, einen ununterbrochenen ſeinem Gewichte gleichen Druck aus; der bewegte Körper wird keinen Augenblick von der Schwere verlaſſen, welche ſeine Bewegung ununterbrochen verändert, ſie müßte denn durch die Feſtigkeit einer Unterlage gerade aufgehoben werden. Aus dieſen Veränderungen der Bewegung durch die Schwere laſſen ſich die Geſetze fallender, und geworfener Körper erklären, ſ. **Fall der Körper, Wurf**, wobey man der Erfahrung gemäß annehmen muß, die Schwere wirke, wie eine **abſolute Kraft**, in bewegte Körper noch eben ſo, wie in ruhende, und mit vollkommner Stetigkeit ohne bemerkbare Pauſen oder Stöße. Beym Drucke wird in jedem Augenblicke die ganze Wirkung aufgehoben, im folgenden Zeitpunkte aber mit gleicher Stärke wieder erneuert, daher bleibt der Druck eines ruhenden Körpers immer gleich: beym Falle hingegen erhält ſich die in jedem Augenblicke erzeugte Geſchwindigkeit wegen der Trägheit bleibend, und wird im folgenden Augenblicke durch einen neuen Zuſatz von gleicher Stärke vermehrt; mithin wird die Geſchwindigkeit des fallenden Körpers immer größer, und wächſt in gleichem

Verhältniße mit der Zeit, daher der Fall eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung iſt, obgleich Schwere und Gewicht des fallenden Körpers immer eben dieſelben bleiben.

Die Schwere giebt der Erde ihre runde Geſtalt und iſt das Band, welches alle zu ihr gehörige Materie zuſammenhält, und die Zerſtreuung derſelben verhütet. Eine nicht ſchwere, oder gar von der Erde abwärts ſtrebende Materie würde bey jedem Anlaße, der ihr Freyheit verſtattete, davon fliehen, und ſich endlich ganz vom Erdballe verlieren. Auf gleiche Weiſe werden auch die übrigen Weltkörper durch eine Schwere ihrer Theile gegen ihre ganze Maſſe zuſammen gehalten, und zu Kugeln oder Sphäroiden geformt, ſ. Gravitation.

Die Urſache der Schwere und der Mechanismus, durch den ſie bewirkt wird, ſind uns zwar gänzlich unbekannt; da aber das Beſtreben der Materien nach wechſelſeitiger Annäherung ſich im ganzen Weltgebäude als ein allgemeines Phänomen zeigt, wovon die Schweren der Erdkörper und der Theile der Himmelskörper gegen ihre Mittelpunkte nur einzelne Fälle ausmachen, ſo darf man wohl nicht zweifeln, daß die beſondere Schwere auf der Erde mit der allgemeinen Gravitation aller Materie im Weltgebäude einerley Urſache habe. Dieſe Kräfte als weſentliche Eigenſchaften der Materie zu betrachten, iſt aus den beym Worte Gravitation (Th. II. S. 526. u. f.) angeführten Gründen nicht rathſam. Es bleibt alſo unverwehrt, nach einer weitern Urſache der Schwere zu fragen. Ich füge hier noch einige Beantwortungen dieſer Frage bey, die freylich nur Meinungen, und noch überdies ſehr unwahrſcheinliche, ſind.

Hypotheſen über die Urſache der Schwere.

Bey den Alten findet man über die Urſache der Schwere keine deutliche Aeußerung. Ariſtoteles begnügt ſich zu ſagen, es gebe zweyerley Körper, ſchwere und leichte; jene mit einem Triebe nach dem Mittelpunkte zu

gehen, dieſe mit einem Triebe, denſelben zu fliehen, begabt. Erklärung ſollte dies wohl nicht ſeyn; es iſt aber auch als Phänomen unrichtig. Einige Stellen in Plutarchs Geſpräche über die Geſtalt der Mondſcheibe zeigen, daß man die Schwere nicht einer geheimen Kraft des Mittelpunkts, ſondern ganz richtig den um dieſen Mittelpunkt verſammleten körperlichen Theilen zugeſchrieben, auch die Geſtalt und das Zuſammenhalten des Monds aus einer ähnlichen Schwere ſeiner Theile gegen das Ganze hergeleitet habe. Auch war der Begriff von allgemeiner Schwere den Alten nicht unbekannt, ſ. Gravitation.

Die Scholaſtiker nahmen die Aeußerung des Ariſtoteles als Erklärung an, und rechneten dem zu Folge Schwere und Leichtigkeit mit zu den verborgnen Eigenſchaften der Körper. Sie vertieften ſich darüber in viele Subtilitäten; einige läugneten alle Schwere, und ließen die Körper nur darum drücken und fallen, weil ſie weniger leicht, als andere, wären.

Kepler (Epitome aſtron. Copernic. Lentiis ad Danub. 1618. 8. L. I. p. 95.) ſcheint den erſten Gedanken einer mechaniſchen Erklärung der Schwere gehabt zu haben. Er leitet ſie von gewiſſen um den Mittelpunkt der Erde herum bewegten feinen Ausflüßen (ſpirantibus effluviis, ſpiritibus) her, welche die Körper lothrecht gegen die Erdfläche niedertrieben. Eben dies iſt der Grund von mehrern nachher berühmt gewordenen Syſtemen. Kepler ſpricht aber von dieſen Ausflüßen ſo dunkel und dichteriſch, daß man faſt glauben möchte, er meine unkörperliche Weſen. In der That haben ihn auch einige ſo verſtanden. Saverien (Dict. de mathem. et de phyſ. Art. *Péſanteur*) ſagt, er nehme Geiſter an, die die Körper nach dem Mittel der Erde zögen, und wolle dadurch einen Wink geben, daß die Urſache der Schwere unſere Kenntniſſe überſteige. An ſolche Winke aber hat Kepler gewiß in einem Buche nicht gedacht, worinn er leider nur gar zu viel, und manches noch weit unglücklicher, als die Schwere, zu erklären ſucht.

Gaſſendi nahm zu Erklärung der Schwere Ausflüße einer Materie an, welche aus der Erde, wie Stralen, ausgiengen, und die Körper nach derſelben zurückzögen. Andere, z. B. Caſatus, behaupteten, die Körper wären nur darum ſchwer, weil ſie ſich nicht an ihrem rechten natürlichen Orte befänden. Nach dieſem ſtrebten ſie zu gehen, und wenn ſie ihn erreicht hätten, würde man an ihnen keine Schwere mehr bemerken.

Descartes (Princip. philoſ. L. IV. prop. 19. 20. ſeqq.) macht die Erklärung der Schwere zu einem Theile ſeines mechaniſchen Syſtems der Phyſik. Die Kügelchen des erſten und zweyten Elements, ſagt er, ſtreben ſich nach geraden Linien zu bewegen, weil ſie aber durch die grobe Maſſe der Erde daran verhindert werden, und hier den Wegen folgen müſſen, die ihnen die Zwiſchenräume der gröbern Theile offen laſſen, ſo ſtreben ſie wenigſtens, ſich dieſe Wege ſo geradlinigt und ſo kurz, als möglich, zu machen. Dies findet ſtatt, wenn die ganze Maſſe, die ſie hindert, kugelförmig iſt. Ragt alsdann ein Theil über die Kugelfläche hervor, ſo ſtoſſen dieſe Kügelchen von außen mit mehr Gewalt gegen ihn, als gegen die übrige Oberfläche, und treiben ihn nieder; iſt ein Theil unter die Kugelfläche vertieft, ſo ſtoßen die inwendig durchgehenden Kügelchen von innen mit mehr Gewalt gegen ihn, und treiben ihn nach der Fläche zu. Dies iſt nun die Urſache der runden Geſtalt der Erde und der Schwere nach dem Mittelpunkte, ſo wie auch davon die Kugelgeſtalt der Tropfen herrührt. Schwebt in der Luft ein Körper, der mehr grobe Maſſe hat, als ein gleiches Volumen Luft, ſo findet die feine Materie in ihm weniger Wege zum Durchgange, als ſie finden würde, wenn Luft an ſeiner Stelle ſtünde. Sie bewirkt alſo unverweilt einen für ihren Durchgang vortheilhaften Tauſch, treibt den gröbern Körper nieder, und bringt Luft an ſeine Stelle. Daher richtet ſich auch das Gewicht nicht nach der Maſſe des Körpers, ſondern vielmehr nach dem Unterſchiede zwiſchen den Mengen der Kü-

gelchen des erſten und zweyten Elements und der gröbern Materie, welche ſich in dem Raume des ſchweren Körpers und in einem gleichen Volumen des ihn umgebenden Mittels aufhalten können. Vielleicht hat das Gold nur 4 — 5 mal mehr grobe Maſſe, als das Waſſer, ob es gleich 19 mal mehr wiegt, weil die Theile des Waſſers in beſtändiger Bewegung ſind, alſo mehr feine Materie durchlaſſen, und in Vergleichung mit feſten Körpern mehr Leichtigkeit beſitzen.

So trägt **Descartes** ſelbſt ſeine Erklärung der Schwere vor. In Verbindung mit ſeinem ganzen Syſtem kann man ſie etwas deutlicher ſo ausdrücken: der Wirbel der feinen Materie, der um die Erdkugel nach der Richtung des Aequators von Abend nach Morgen herumgeht, treibe die Körper gegen den Mittelpunkt der Erde nieder. Dieſer Hypotheſe laſſen ſich außer vielen andern vornehmlich folgende Gründe entgegenſetzen. 1. Wäre die Bewegung eines ſolchen Wirbels ſchnell genug, um die Körper mit ſo viel Gewalt nieder zu treiben, ſo würde ſie ihnen auch einen horizontalen Stoß geben, oder ſie vielmehr ganz nach ihrer eignen Richtung mit ſich um die Erde herumführen. 2. Ein Wirbel, der ſich mit dem Aequator parallel bewegt, kann die Körper nicht gegen den Mittelpunkt, ſondern nur ſenkrecht auf die Erdaxe, alſo nur gegen die Mittelpunkte der Parallelkreiſe niedertreiben.

Huygens (Diſſ. de cauſa gravitatis in ſ. Opp. reliqu. To. I. p. 93. ſeqq.) ſucht dieſe Fehler der carteſianiſchen Wirbel auf folgende Art zu verbeſſern. Er läſt die feine ätheriſche oder **ſchwermachende Materie** nicht mit dem Aequator parallel gehen, ſondern ſich in dem ſphäriſchen Raume, in dem ſie enthalten iſt, nach allen möglichen Richtungen bewegen. Dieſe Bewegungen hindern und verändern einander ſo lange, bis es endlich dahin kömmt, daß ſich die Materie in lauter gröſten Kreiſen bewegt, die ſich allerwärts ſchneiden, und in concentriſchen Kugelflächen alle mögliche Richtungen haben. Eine ſolche Bewegung würde freylich keinen horizontalen Fortgang der

Körper veranlaſſen, weil der Stoß nach jeder Richtung durch einen gleichen entgegengeſetzten aufgehoben wird; auch würde ſie die Körper nach dem Durchſchnitte aller Axen der Kugelflächen, d. i. nach dem Mittelpunkte der Erde, treiben. Aber man kann ſich eine Bewegung dieſer Art gar nicht als möglich vorſtellen, daher ſind ſelbſt die eifrigſten Carteſianer mit dieſer Verbeſſerung nicht zufrieden geweſen.

Inzwiſchen erklärt doch Huygens ſehr glücklich, wie eine Kreisbewegung Körper, die ihr nicht ſchnell genug folgen, nach dem Mittelpunkte treibe. Die bewegte Materie nemlich erhält eine Schwungkraft, die dem Quadrate ihrer Geſchwindigkeit proportional iſt; ſtößt ſie nun an einen Körper, der ſich langſamer bewegt und weniger Schwungkraft hat, ſo muß dieſer ihrem Stoße weichen, und die Theile der ſchneller bewegten Materie nehmen nach einander ſeine Stelle ein, bis ſie ihn ganz bis in den Mittelpunkt verdrängt haben. Huygens beſtätigt dies durch folgenden Verſuch. Er füllte ein cylindriſches Glas von 8 — 10 Zoll Durchmeſſer und 4 — 5 Zoll Höhe mit Waſſer, warf zerriebnes Siegellack hinein, verſchloß es mit einem Deckel, und ſetzte es auf eine runde Scheibe, die er durch eine Maſchine ſehr ſchnell umdrehen konnte. Nachdem die Umdrehung eine Zeitlang gedauert hatte, und alle im Glaſe enthaltene Materie völlig in Umlauf verſetzt war, hemmte er die Bewegung plötzlich. Das Waſſer ſetzte den Umlauf noch eine Zeitlang fort, und trieb das Siegellack, das durch das Reiben am Glaſe ſeine Kreisbewegung verlohren hatte, von allen Seiten her gegen den Mittelpunkt des Bodens zu. Durch dieſen Verſuch, den Hamberger (Diſſ. de experimento ab *Hugenio* pro cauſa gravitatis explicanda invento. Jenae, 1723. 4.) genauer unterſucht, wird die Entſtehung einer Centripetalkraft aus der Kreisbewegung in flüßigen Mitteln ganz gut erläutert. Uebrigens ſchließt Huygens, da die Schwere 289 mal größer ſey, als die Schwungkraft, die aus der täglichen Umdrehung im Aequator entſteht, ſo müſſe ſich die Geſchwindigkeit des Umlaufs der ſchwermachenden Materie

zur Geſchwindigkeit der täglichen Umdrehung der Erde, wie die Quadratwurzel aus 289, d. i. wie 17 zu 1 verhalten.

Es würde zu weit führen, alle Veränderungen zu erzählen, die **Saurin**, **de Molieres**, **Malebranche**, und andere Nachfolger des Descartes, in dieſen Erklärungen der Schwere durch den Stoß einer Materie gemacht haben, um das Syſtem der Wirbel und die mechaniſchen Erklärungen zu retten. Nur einige muß ich erwähnen. **Bülfinger** (De cauſa gravitatis phyſica generali disquiſ. experimentalis im Recueil des pieces, qui ont remporté les prix. To. I. depuis 1720—1728. Paris. 4 maj.) nimmt an, die feine Materie bewege ſich nicht nur um zwo auf einander ſenkrecht ſtehende Axen zugleich, ſondern mache noch überdies um jede dieſer Axen zwo einander entgegengeſetzte Umläufe. Hier hat man alſo vier beſondere Wirbel, die ſich durchkreuzen und wider einander laufen, ohne ſich zu ſtören. **Jacob Bernoulli** (De gravitate aetheris. Amſt. 1683. 8. p. 75.) läßt die Säulen der feinen Materie vermöge ihrer Schwungkraft ſich gegen die Materie im Himmelsraume ſtemmen, und dadurch Körper, die weniger Schwungkraft haben, zurück treiben. **Varignon** (Conjectures ſur la peſanteur. 1691. 8.) leitet die Schwere von dem ungleichen Drucke der flüßigen Materie auf die Körper her, und glaubt, wenn ein Körper ſo weit von der Erde abſtünde, daß unter ihm und über ihm gleich hohe Säulen der flüßigen Materie befindlich wären, ſo müſte er ſtill ſtehen; in noch größern Entfernungen, wo die untere Säule höher werde, müſte er von der Erde hinweg fallen. **Villemot** (Nouvelle explication du mouvement des planétes) erklärt die Schwere auf eine ſonderbare Art aus dem Drucke eines Centralfeuers, oder einer ſiedenden Materie im Mittelpunkte. **Johann Bernoulli** endlich (Nouvelle phyſique céleſte, Oeuvres To. III. no. 146.), ſucht die Wirbel mit dem newtoniſchen Geſetze der Gravitation und den kepleriſchen Regeln zu vereinigen, und ſetzt deswegen in die Mitte der Erde und jedes Planeten eine Centralſonne, aus der die feinſte Materie in geraden Stralen ausſtrömt, aber in kleinen Flocken (*pelo-*

tons) von 3, 4 und mehrern Kügelchen zuſammen, zurückkehrt. Dieſe Flocken bilden einen Centralſtrom (*courrent central*), und da ſie wegen ihrer Größe die Poren der Körper nicht frey durchdringen können, ſo ſtoßen ſie gegen die kleinſten Theile derſelben an, und treiben dieſe gegen den Mittelpunkt, oder gegen die Centralſonne nieder.

Dies wird nun ſchon hinlänglich zeigen, wie ängſtlich man ſich bemüht habe, die mechaniſchen Erklärungen des Descartes beyzubehalten, und mit den Naturgeſetzen zu vereinigen. Die Carteſianer muſten das Gezwungene ſolcher Hypotheſen wohl ſelbſt fühlen; Bülfinger geſteht auch von ſeinen doppelten wider einander laufenden Wirbeln ganz aufrichtig: Difficile remedium, fateor, et quo lubens carerem. Sed praeſtat hoc, quam nihil, dicere.

Allen Syſtemen, welche die Schwere aus dem Stoße oder Drucke ſchwermachender Materien erklären, läſt ſich überhaupt entgegenſetzen, daß ſolche Materien blos angenommen, und durch keine Erfahrung beſtätigt ſind; daß dabey immer noch keine letzte Urſache angegeben wird, weil man weiter nach der Urſache der Bewegung des Wirbels oder des Stroms der Materie fragen kann, daß man alſo durch die ganze Erklärung eigentlich nicht viel gewinnt; daß ein Stoß unmöglich in bewegte Körper eben ſo, wie in ruhende, wirken kann, welches doch die Schwere thut; daß endlich das Gewicht der Körper ſich nicht nach der Oberfläche, ſondern nach der Maſſe richtet, daher der Stoß jeden einzelnen Theil der Maſſe treffen, und alſo die ſchwermachende Materie in die Körper ſelbſt eindringen müſte. Daß dieſes letztere geſchehe, nahmen auch die Carteſianer wirklich an: es läſt ſich aber dabey ſchwer einſehen, wie ein Stof, der die Körper durchdringt, zugleich auf ſie wirken und ſie bewegen ſoll. Indeß hat es Newton ſelbſt nicht für unmöglich gehalten, daß Gravitation und Schwere durch Stoß bewirkt werden könnten, ſ. Aether. Er fand es aber rathſamer die Geſetze der Schwere zu unterſuchen, als ſich auf Hypotheſen über ihren Mechanismus einzulaſſen.

Maupertuis ſchließt ſeine Erzählung der carteſianiſchen Syſteme mit dieſen Worten: „Man muß geſtehen, „daß ſich bis hieher die Wirbel mit den Phänomenen noch „nicht auf eine befriedigende Art haben vereinigen laſſen. „Dies berechtigt jedoch nicht, ſie für unmöglich zu halten. „Nichts iſt ſchöner, als Descartes Gedanke, alles in „der Phyſik durch Materie und Bewegung zu erklären: „aber wenn dieſer Gedanke ſchön bleiben ſoll, ſo muß „man ſich nicht erlauben, Materien und Bewegungen blos „darum anzunehmen, weil man ihrer nöthig hat.“

Den lebhafteſten Gegenſatz mit dieſen mechaniſchen Erklärungen machte die Behauptung der Newtonianer, daß die Schwere, als eine weſentliche Eigenſchaft der Materie, gar keine weitere Urſache habe, ſ. Gravitation, Attraction. Dieſer allzukühne Ausſpruch, den Newton ſelbſt nicht gewagt hatte, erweckte nur Abneigung gegen das ganze newtoniſche Syſtem, hielt den Fortgang der guten Sache auf, und verleitete die Anhänger der carteſianiſchen Theorien zu einer deſto hartnäckigern Vertheidigung. Selbſt, da man Newtons Sätze nicht mehr läugnen konnte, ſuchte man ſie doch durch die ſeltſamſten Wendungen mit den Wirbeln zu vereinigen, wovon Johann Bernoulli's angeführte Schrift ein Beyſpiel giebt. Seit dem endlich Newtons Lehren mit allgemeiner Ueberzeugung erkannt und angenommen ſind, haben ſich auch die Hypotheſen über die Urſache der Schwere allmählig verlohren. Noch eine ſehr geheimnißvolle Erklärung giebt Cadwallader Colden (Erklärung der erſten wirkenden Urſache in der Materie und der Urſache der Schwere, a. d. engl. von Käſtner. Hamburg, 1748. 8.).

Dennoch räumen die einſichtsvollſten Kenner der Naturlehre ein, daß das Phänomen der Gravitation und Schwere noch nicht einfach genug ſey, und daß die Geſetze deſſelben zu viel beſondere Beſtimmung bey ſich führen, als daß man es, wie eine letzte Urſache, betrachten, und die Möglichkeit einer weitern Erklärung läugnen könnte, ſ. Gravitation (Th. II. S. 527. u. f.). Man muß ſich nur nicht mit der leeren Einbildung ſchmeicheln, die wahre

Erklärung zu kennen, ſo lange ſich das, was man dafür hält, nicht auf Erfahrung gründet. Bis hieher findet ſich unter allen Dingen, welche Gegenſtände unſerer Sinne geworden ſind, noch nichts, was man für die Urſache der Schwere halten könnte.

Herr de Lüc, deſſen Verdienſte um die Naturlehre ſo groß ſind, und dem man den Vorwurf gewiß nicht machen kann, daß er die Erfahrung über Hypotheſen vernachläßige, rühmt dennoch bey jeder Gelegenheit eine Theorie ſeines Freundes, des Herrn Le Sage in Genf, welche den ganzen Mechanismus der bekannten Naturgeſetze erklären ſoll. Dieſe Theorie iſt noch nicht in ihrem ganzen Umfange bekannt; was aber Herr de Lüc hin und wieder von derſelben anführt, und faſt mit Enthuſiasmus rühmt, hat ein ſehr carteſianiſches Anſehen. So wird z. B. den Theilen des freyen Feuers eine Bewegung in Spirallinien zugeſchrieben. Was die Schwere betrift, ſo giebt Herr Le Sage an, Galiläis Geſetze fallender Körper folgten eben nicht nothwendig aus der Erfahrung, und die Verſuche würden eben ſo ausfallen, wenn die Fallräume in andern Verhältnißen, z. B. wie die Trigonalzahlen, zunähmen; alſo dürfe man nicht ſchließen, daß die Schwere ſtetig und ununterbrochen wirke; es laſſe ſich alles auch aus unterbrochnen Wirkungen, oder aus Stößen, erklären. Herr Käſtner (Prüfung eines vom Herrn le Sage angegebnen Geſetzes fallender Körper, im deutſchen Muſeum, Jun. 1776. auch in der deutſchen Ueberſ. des de Lüc über die Atmoſphäre, II. B. S. 660.) hat dieſen Gedanken ſehr ſchön zergliedert. Stetigkeit iſt allerdings nur Erſcheinung, vielleicht nicht Wirklichkeit: aber man muß doch bey der Lehre von der Schwere Stetigkeit zum Grunde legen, weil die Erfahrung nichts über die Stärke und Anzahl der Stöße lehrt, und ohne dieſe Beſtimmungen alles, was man immer rechnen möchte, nicht Erklärung, ſondern willkührliche Erdichtung ſeyn würde. Herr de Lüc rühmt dennoch, daß ihm die Theorien des Herrn Le Sage auch in den dunkelſten Fächern der Phyſik allezeit einen ſichern Leitfaden gegeben hätten.

Zum Glück für uns hängt das Wohl der Menſchen mehr von der Kenntniß der Erſcheinungen und Geſetze, als von der Erforſchung der Urſachen ab. „Es iſt ſehr nützlich zu wiſſen, ſagt **Franklin**, daß das Porcellan ohne „Stütze herabfalle uud zerbreche. Zu wiſſen, warum es „falle, und warum es zerbreche, iſt ein Vergnügen; aber „man kann ſein Porcellan auch ohne dieſes bewahren.“

Newtoni Philoſ. naturalis principia mathemat. ex edit. P. P. *Jacquier* et *Le Sueur*. Lib. III. Prop. 19. 20.

Paulli Friſii, Barnabitae, de gravitate univerſali corporum Libri III. Mediol. 1768. 4 maj. L. II. c. 2 et 4.

Ren. Descartes Principia philoſophiae. Amſt. 1685. 4. L. IV. prop. 19 — 25.

de Maupertuis Diſcours ſur les differentes figures des aſtres. Oeuvr. de *Maup*. Lyon. 1768. 8. To. I. p. 104 ſqq.

Wolf vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur, Halle, 1723. 8. Cap. III. §. 82.

Saverien Dictionn. de mathemat. et de phyſ. Art. *Péſanteur*.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, Vierte Aufl. von **Lichtenberg**. Götting. 1787. 8. §. 108 — 113 [b].

Schwere, ſpecifiſche, eigenthümliche Schwere, ſpecifiſches oder eigenthümliches Gewicht, Gravitas ſpecifica, Pondus ſpecificum, *Peſanteur ſpécifique, Poids relatif (Briſſon)*. Mit dieſen Namen bezeichnet man das Verhältniß des Gewichts der Körper gegen den Raum, den ſie einnehmen. Man nennt einen Körper ſpecifiſch ſchwerer, ſchwerartiger, als einen andern, wenn er unter eben demſelben Raume mehr wiegt, ſpecifiſch leichter, leichtartiger, wenn er weniger wiegt, als dieſer andere, der mit ihm gleichen Raum einnimmt. Und man ſetzt dieſe ſpecifiſche Schwere zweymal, dreymal ꝛc. ſo groß, wenn der Körper unter eben demſelben Raume zweymal, dreymal ꝛc. ſo viel, als ein anderer, wiegt.

Ehedem war blos der Name ſpecifiſche Schwere üblich. Jetzt ſagen viele richtiger: eigenthümliches Gewicht, weil doch vom Gewicht einer ganzen Summe

von Theilen, nicht von der Schwere jedes einzelnen Theiles die Rede iſt. Mich hat nur die Gewohnheit verleitet, beym Entwurfe dieſes Werks den alten Namen beyzubehalten, und als ich den Umſtand bemerkte, war es zu ſpät, ihn zu ändern.

Dieſe Namen drücken relative Begriffe aus. Man kann nicht ſagen, wie groß das eigenthümliche Gewicht des Queckſilbers an und für ſich ſey; man kann nur beſtimmen, wie es ſich zu dem eigenthümlichen Gewichte eines andern Stoffes, z. B. des Waſſers, verhalte. Da ein Cubikzoll Queckſilber 14 mal mehr wiegt, als ein Cubikzoll Waſſer, ſo iſt dieſes Verhältniß bey den genannten Körpern = 14 : 1.

Nimmt man aber das eigenthümliche Gewicht irgend eines ſich immer gleich bleibenden Stoffes zur Einheit an, ſo läſt ſich alsdann jedes andere durch die Zahl ausdrücken, welche anzeigt, wie vielmahl es größer oder kleiner ſey, als das zur Einheit angenommene. Weil man ſich durch die Erfahrung berechtiget glaubt, dem Regenwaſſer oder auch dem deſtillirten völlig reinen Waſſer, bey gleichem Grade der Wärme, ein immer gleiches ſpecifiſches Gewicht beyzulegen, ſo ſetzt man dieſes = 1. Unter dieſer Vorausſetzung laſſen ſich die eigenthümlichen Gewichte anderer Körper durch Zahlen ausdrücken, das vom Queckſilber z. B. iſt = 14.

Man nenne zweener Körper Gewichte P und p, die Räume oder Volumina, die ſie einnehmen, V und v, das Verhältniß ihrer eigenthümlichen Gewichte G : g. Es iſt die Frage, wie dieſes Verhältniß gefunden werde, wenn Gewichte und Räume gegeben ſind. Hiezu führen folgende Sätze und Schlüße

I. **Nehmen zween Körper einerley Raum ein, ſo verhalten ſich ihre ſpecifiſchen Schweren, wie ihre Gewichte.** Dies folgt aus der Bedeutung des Worts ſpecifiſch ſchwer. Man nennt einen Körper doppelt ſo ſchwer, wenn er unter eben dem Raume doppelt ſo viel wiegt.

II. Haben zween Körper einerley specifiſche Schwere, ſo verhalten ſich ihre Gewichte, wie die Räume, die ſie einnehmen. Es fällt in die Augen, daß das Gewicht dreymal ſo groß wird, wenn ich von einer Materie, die in gleichen Räumen gleich viel wiegt, ſo viel nehme, als einen dreyfachen Raum auszufüllen erfordert wird.

Man denke ſich nun noch einen dritten Körper, deſſen Raum = V, und deſſen eigenthümliche Schwere der des zweyten vorigen gleich ſey, ſo daß ſich die des erſten zu ihr auch, wie G : g verhalte. Das Gewicht dieſes Körpers ſetze man = π. So iſt

für den erſten und dritten nach I. $G : g = P : \pi$
für den zweyten und dritten nach II. $V : v = \pi : p$

daher für den erſten und zweyten $GV : gv = P : p$

und $G : g = \frac{P}{V} : \frac{p}{v}$

d. i. die ſpecifiſchen Schweren der Körper verhalten ſich, wie die Quotienten der Gewichte durch die Volumina.

Eben ſo verhalten ſich auch die Dichtigkeiten der Körper, weil die Maſſe dem Gewichte proportional iſt, ſ. Dichte (Th. I. S. 583). Daher iſt ſpecifiſche Schwere und Dichte der Körper einerley, indem beydes relative Begriffe ſind, die auf einerley Verhältniße führen. Setzt man die Dichte des völlig reinen Waſſers = 1, ſo werden die Dichten aller andern Materien durch eben die Zahlen ausgedrückt, welche ihre eigenthümlichen Gewichte ausdrücken. Dies ſetzt freylich voraus, daß alle Materie ſchwer ſey: gäbe es Stoffe von abſoluter Leichtigkeit, deren Hinzukommen das Gewicht verminderte, ſo würde ſich die Maſſe nicht mehr, wie das Gewicht, mithin die Dichte nicht mehr, wie die ſpecifiſche Schwere, verhalten.

Wenn man von zwo verſchiedenen Materien gleiche Volumina, z. B. von jeder einen Cubikzoll, abwiegt, ſo geben die Gewichte, die man findet, unmittelbar das Ver-

hältniß ihrer eigenthümlichen Schweren an, weil die Volumina gleich ſind. Einige Phyſiker ſehen dies als Definition der eigenthümlichen Schwere an, und ſagen, dieſe letztere ſey das Gewicht eines Körpers unter einem beſtimmten Volumen, z. B. eines Cubikzolls oder Cubikſchuhes. Dies giebt aber einen ſehr unbeſtimmten und unrichtigen Begrif. Wenn ich einen Cubikzoll von einer einzigen Materie, z. B. Queckſilber, abwiege und $18\frac{2}{3}$ Loth finde, ſo liegt hierinn allein noch kein Gedanke an ſpecifiſche Schwere. Erſt, wenn ich noch überdies auch einen Cubikzoll Waſſer wiege und $1\frac{1}{3}$ Loth finde, entſteht durch Vergleichung beyder Gewichte das Verhältniß $1\frac{1}{3} : 18\frac{2}{3}$ oder 1 : 14, welches dem Verhältniße der eigenthümlichen Gewichte beyder Materien gleich iſt.

Dieſe Methode, Körper unter dem Raume eines Cubikzolls u. dgl. abzuwiegen, wäre nun der Theorie nach das leichteſte Mittel, die Verhältniße der eigenthümlichen Gewichte verſchiedener Stoffe durch Verſuche zu finden. In der Ausübung aber würde es oft ſchwer ſeyn, von gewiſſen Stoffen einen genauen Cubikzoll abzumeſſen, und die dabey unvermeidlichen Fehler würden die Beſtimmungen ſehr unzuverläßig machen. Die Hydroſtatik giebt andere Methoden an, welche in der Ausübung leichter und ſicherer ſind, und die ich hier in möglichſter Kürze beybringen will.

Praktiſche Methoden, das eigenthümliche Gewicht der Körper zu finden.

Vor allem iſt zu erinnern, daß Verſuche dieſer Art unter einerley Temperatur der äußern Luft, d. i. bey einerley Stande des Thermometers angeſtellt werden müſſen. Eine größere Wärme dehnt die Körper aus, vergrößert ihr Volumen, und macht alſo die Quotienten $\frac{P}{V}$ geringer, wodurch nothwendig die Verhältniße dieſer Quotienten geändert werden. Im Sommer iſt ein Cubikzoll

Waſſer faſt um 3 Gran, d. i. um den 130ſten Theil des Gewichts leichter, als im Winter. Man muß daher einen beſtimmten Grad der Wärme, etwa 60 Grad nach Fahrenheit, oder 12 Grad nach Reaumür wählen, wenigſtens den Stand des Thermometers beym Verſuche angeben.

Ferner iſt es gewöhnlich, das eigenthümliche Gewicht des reinen Waſſers hiebey = 1 anzunehmen. Daher muß man zu den Verſuchen deſtillirtes oder mit der nöthigen Sorgfalt aufgefangnes Regenwaſſer gebrauchen, wenn man das geſuchte Verhältniß unmittelbar aus einem einzigen Verſuche finden will. Endlich muß man ſich um der genauern Abwägung willen einer guten hydroſtatiſchen Wage, ſ. **Wage, hydroſtatiſche**, bedienen, und zu möglichſter Verkleinerung der Fehler die Abwägungen nicht mit allzukleinen Maſſen unternehmen, lieber größere von 8—12 Unzen gebrauchen.

Um das eigenthümliche Gewicht eines **feſten Körpers**, den das Waſſer nicht auflöſet und der in ſelbigem unterſinkt, z. B. eines Metalls, Glaſes, Steins ꝛc. zu finden, wiege man den Körper, welche Geſtalt und Größe er auch haben mag, zuerſt an der Luft, ſo erfährt man ſein abſolutes Gewicht = P. Hierauf ſenke man ihn an der hydroſtatiſchen Wage in reines Waſſer, wo er vom Gewichte P ſoviel verliert, als ein gleich großer Theil Waſſer wiegt, ſ. **Gleichgewicht** (Th. II. S. 506.). Dieſer Verluſt ſey = a. Er iſt das Gewicht des Waſſers unter eben dem Raume, den der eingeſenkte Körper einnimmt. Alſo wiegt unter gleichem Raume der Körper P, das Waſſer a, und die ſpecifiſchen Gewichte beyder verhalten ſich, (nach dem Satze I.) wie P : a. Wird das eigenthümliche Gewicht des Waſſers, wie gewöhnlich, = 1 angenommen, ſo iſt das geſuchte ſpecifiſche Gewicht des Körpers = $\frac{P}{a}$.

Ex. Ein Thaler von gutem Silber wog 466 Gran = P, und verlohr, in Waſſer geſenkt, 45 Gran = a. Hieraus findet ſich das Verhältniß der ſpecifiſchen Schweren dieſes Silbers und des Waſſers = 466 : 45, und des erſtern ei-

genthümliches Gewicht, als Zahl ausgedrückt, $= \frac{466}{45} =$ 10,355 ....

Hiebey wird angenommen, daß die Dichtigkeit des feſten Körpers gleichförmig ſey, ſ. Dichte. Iſt dies nicht, ſo giebt das Verfahren nicht das eigenthümliche Gewicht dieſes Körpers (welches nicht für alle ſeine Theile einerley iſt), ſondern eines andern, der mit jenem gleich groß iſt, und gleich viel wiegt, aber dabey von gleichförmiger Dichtigkeit iſt — ein mittleres ſpecifiſches Gewicht, das mit der mittlern Dichte eines ſolchen Körpers übereinſtimmt.

Feſte Körper, welche vom Waſſer angegriffen und aufgelöſet werden, kan man in ſtarken Weingeiſt oder Terpentinöl einſenken, wobey P : a das Verhältniß der eigenthümlichen Schweren des Körpers und der gebrauchten Flüßigkeit angiebt. Findet man nun durch die im folgenden zu beſchreibenden Methoden die Schwere dieſer Flüßigkeit zur Schwere des Waſſers, wie g : 1, ſo iſt das Verhältniß der Schweren des Körpers und Waſſers $= P : a + g : 1 = \frac{Pg}{a} : 1$ oder das eigenthümliche Gewicht des Körpers $= \frac{Pg}{a}$.

Feſte Körper, welche auf dem Waſſer ſchwimmen, verbindet man mit ſchwerern, z. B. einer metallnen Zange, einem mit Drath bedeckten gläſernen Eimer u. dgl., deren Gewicht und Gewichtsverluſt im Waſſer bekannt iſt. Wiegt man alsdann die ganze Verbindung ſowohl an der Luft, als auch im Waſſer, ſo ergiebt ſich hieraus das Gewicht und der Gewichtsverluſt des Ganzen, und die Unterſchiede geben Gewicht P und Gewichtsverluſt a des leichtern Körpers an, für welchen a größer, als P ſeyn wird, weil er vom Waſſer ſtärker gehoben wird, als ſein ganzes Gewicht entgegendrückt, ſ. Schwimmen. Auch hier wird P : a das geſuchte Verhältniß, und $\frac{P}{a}$ (welches < 1 wird) die eigenthümliche Schwere des Körpers ſeyn. So unterſucht Wilkenſon (Philoſ. Trans. Vol. LV. p. 96 — 105.) die Schwere des Korks, und findet ſie ohngefähr $\frac{1}{4}$ von der des Waſſers; auch haben D. Hook (Philoſ. exp. publiſh'd by *Der-*

ham. London, 1726. 8. p. 134.) und **Mairan** (Traité de la glace. Paris, 1749. 8. p. 263.) auf dieſe Art die Schwere des Eiſes gefunden. Die Geräthſchaft dazu, Zange, Eimer ꝛc. beſchreibt **Muſſchenbroek** (Introd. ad phil. nat. Tom. II. §. 1398 *). Der Eimer dient auch nach eben der Methode, **Pulver** in flüßigen Materien abzuwiegen, wenn ſie darinn unterſinken und nicht davon aufgelößt werden.

Man kan endlich auch das eigenthümliche Gewicht eines feſten Körpers durch Fahrenheits Aräometer finden, ſ. Aräometer, (Th. I. S. 124 u. f.). Legt man nemlich den Körper oben auf die Schale an dieſem Inſtrumente, ſo zeigt das Gewicht, das man noch zulegen muß, wenn ſich das Aräometer bis an das Merkmal im Waſſer eintauchen ſoll, wieviel der Körper wiege, oder P. Hängt man ihn alsdann unten an das Inſtrument, ſo erfährt man auf eben die Art ſein Gewicht im Waſſer, und daraus ergiebt ſich ſein Gewichtsverluſt, oder a, mithin auch $\frac{P}{a}$, oder ſeine ſpecifiſche Schwere. **Bergenſtierna** (Schwed. Abhdl. B. XXXVII. der deutſch. Ueberſ. S. 121. mit Käſtners Anm.) hat das Aräometer hiezu bequemer einzurichten geſucht. Wenn es recht empfindlich iſt, kan es für kleine Körper auf dieſe Art mit Vortheil gebraucht werden.

Die eigenthümlichen Gewichte flüßiger **Materien** werden am beſten dadurch beſtimmt, daß man einen maſſiven gläſernen oder elfenbeinernen Körper von beliebiger Geſtalt in ſie einſenkt, und deſſen Gewichtsverluſt in ihnen bemerkt. Dieſer Verluſt beträgt in jeder Materie ſoviel, als das Gewicht dieſer Materie unter dem Raume des eingeſenkten Körpers. Da der Körper, alſo auch dieſer Raum, für beyde Materien ebenderſelbe bleibt, ſo müſſen ſich nach dem Satze I.) ihre ſpecifiſchen Schweren, wie die beyden Größen des Gewichtsverluſts verhalten. Verliert alſo der Glaskörper im Waſſer a, in einem andern Liquor A, ſo verhalten ſich die eigenthümlichen Gewichte des Liquors und des Waſſers, wie A : a, und das erſtere, als Zahl ausgedrückt, iſt $= \frac{A}{a}$.

Er. Eine elfenbeinerne Kugel verlohr in geſättigtem Salzwaſſer 435 Gran, in ſüſſem Waſſer 372 Gran. Mithin iſt das eigenthümliche Gewicht des völlig geſättigten Salzwaſſers $= \frac{435}{372} = 1,169$.

Andere Mittel, das eigenthümliche Gewicht flüßiger Materien zu beſtimmen, geben die **Aräometer**, von deren verſchiedenen Arten und Gebrauche unter einem beſondern Artikel (Th. I. S. 113 u. f.) gehandlet worden iſt. Eben daſelbſt (S. 127.) wird auch ein Gefäß beſchrieben, welches **Homberg** gebrauchte, um von verſchiedenen Liquoren gleiche Volumina abzumeſſen und durch Abwiegung derſelben ihre eigenthümlichen Schweren zu vergleichen. Dieſer letztern Methode bediente ſich **Leutmann** (Comm. Petropol. To. V. p. 275.), indem er gläſerne Gefäße mit den flüßigen Materien bis zum Ueberlaufen füllte, alsdann einen eingeriebnen Glasſtöpſel eindrehte, und das übergelaufene abwiſchte. Hierauf ward das Ganze gewogen, und das bekannte Gewicht des leeren Gefäßes mit dem Stöpſel abgezogen.

Noch eine Methode, da man ein hölzernes Stäbgen in verſchiedene flüßige Materien ſenkt, und die Größen des eingetauchten Theils im umgekehrten Verhältniße vergleicht, iſt ebenfalls beym Worte **Aräometer** (Th. I. S. 123. 124.) erwähnt. Dabey findet man zugleich das Verhältniß der eigenthümlichen Schweren des Holzes, woraus das Stäbgen beſteht, und des Liquors, welche ſich, wie die Länge des eingetauchten Theils zur ganzen Länge des Stäbgens, verhalten. Denn es verhält ſich überhaupt die Schwere eines Körpers zur Schwere des Liquors, auf dem er ſchwimmt, wie die Größe des eingetauchten Theils zur Größe des ganzen Körpers, ſ. **Schwimmen**.

Auch könnte man ſpecifiſche Schweren flüßiger Materien, die ſich nicht miteinander vermiſchen, durch Abmeſſung der Höhen ihrer Säulen in communicirenden Röhren vergleichen, ſ. **Röhren, communicirende**. Dies würde jedoch wegen des Anhängens an den Wänden der Röhren wenig Genauigkeit geben. Eben ſo unzuverläßig iſt bey feſten Körpern, die leichter als Waſſer ſind, die Methode,

zu unterſuchen, wie ſtark ſie vom Waſſer gehoben werden, indem man einen Faden daran befeſtiget, unten um eine auf dem Boden des Gefäßes befindliche Rolle zieht, und verſucht, wie viel Gewicht nöthig iſt, um an dieſem Faden den Körper ganz unter Waſſer zu erhalten.

Die eigenthümlichen Gewichte der Metalle kan man auch ſo unter einander vergleichen, daß man von ihnen gleich dicke Cylinder macht, welches ſich durch das Drathziehen bewerkſtelligen läſt. Macht man nun ferner dieſe Cylinder von gleichem Gewichte, ſo verhalten ſich die eigenthümlichen Schweren der Metalle, woraus ſie beſtehen, verkehrt wie der Cylinder Längen. Denn die Längen L und l verhalten ſich wegen der gleichen Dicke, wie die Volumina. Sind nun die Gewichte P und p gleich, ſo iſt für die eigenthümlichen Schweren

$$G : g = \frac{P}{L} : \frac{P}{l} = l : L.$$

Bey der Abwägung der Körper erfährt man nicht ihr ganzes abſolutes, ſondern nur ihr relatives Gewicht in der Luft, ſ. Gewicht (Th. I. S. 493.), wozu man noch das Gewicht von ſoviel Luft, als der Körper aus der Stelle treibt, hinzuſetzen muß, um das abſolute Gewicht zu haben. Aber bey den feſten Körpern und den tropfbaren Flüßigkeiten macht dieſes ſo wenig aus, daß man es ohne Fehler vernachläßigen kan. Wiegt man aber die Luft ſelbſt oder andere Gasarten in eingeſchloßnen Gefäßen ab, ſo müſſen hiezu feſte unbiegſame Gefäße gewählt werden, deren Volumen ſich nicht ändert, damit der Gewichtsverluſt, den ſie von der äuſſern Luft leiden, bey gleichem Stande des Barometers und gleicher Wärme der nemliche bleibe, ſ. Luft. Auf eben die Art, wie das Gewicht der gemeinen Luft in einem ſolchen Gefäße, z. B. einer kupfernen Kugel, gefunden wird, kan man auch die Gewichte anderer Gasarten ſuchen, deren Verhältniße bey gleichem Volumen zugleich die Verhältniße ihrer eigenthümlichen Gewichte ausdrücken. Fontana's Methode hiebey, welche die genaueſte iſt, beſchreibt Cavallo (Abhdl. über die Natur und Eigenſch. der Luft, a. d. engl. Leipz. 1783. gr. 8. S. 377.).

Tafeln über die eigenthümlichen Gewichte der Körper.

Nach den angeführten Methoden haben die Phyſiker eigenthümliche Gewichte ſehr vieler Körper unterſucht, und in Tafeln gebracht, wobey das eigenthümliche Gewicht des reinen Waſſers = 1 oder = 1000 u. ſ. w. geſetzt iſt, je nachdem die übrigen mit Decimalbrüchen angegeben, oder dieſe Brüche in ganze Zahlen verwandlet werden. Eine ſolche Tabelle hat ſchon Marinus Ghetaldi (Archimedes promotus, Romae, 1603. 4.), auch giebt Henkel (Pyritologia oder Kieshiſtorie. Leipz. 1725. 8. im Anhange) eigenthümliche Schweeren mineraliſcher Körper an. Was hierinn bis 1747 geleiſtet war, hat Richard Davies (Tables of ſpecific gravities, extracted form various authors, with ſome obſ. upon the ſame in Philoſ. Trans. Vol. XLV. Num. 488. p. 416.) ſehr fleißig zuſammengetragen. Auch Martin (Philoſ. Britannica, Vol. I. p. 216. der deutſch. Ueberſ. Th. I. S. 347.) liefert eine reichhaltige und genaue Tabelle. Muſſchenbroek, der ſchon der åltern Ausgabe ſeines Werks ein ziemlich ſtarkes Verzeichniß aus eignen Verſuchen eingerückt hatte, hat daſſelbe in der neuern (Introd. ad philoſ. nat. Lugd. Bat. 1762. 4maj. To. II. §. 1417.) weit vollſtändiger und genauer mitgetheilt. So ſchätzbar dieſe Arbeit iſt, ſo hat er doch ſeine eignen genauen Vorſchriften (§. 1415.) nicht durchgängig ſelbſt befolgt. Er giebt z. B. keinen beſtimmten Grad der Wärme an, ſondern ſagt nur, daß die Verſuche in den Monaten April, Julius und Auguſt gemacht ſind.

Weit brauchbarer vollſtändiger, und genauer iſt das neuere Verzeichniß von Briſſon (Peſanteur ſpecifique des corps; ouvrage utile à l'hiſtoire naturelle, à la phyſique, aux arts et au commerce par M. *Briſſon.* à Paris, 1787. 4maj. 453 S.), welcher ſich ſehr lange mit dieſem Gegenſtande beſchäftiget, und den Theil, der die Metalle betrift, ſchon 1772 (Mém. de l'acad. de Paris, 1772. Part. II. p. 1. ſqq. ingl. Dict. de phyſique Art. *Peſanteur ſpécifique*) be-

kannt gemacht hatte. Er hat alle Verſuche bey 14 Grad Temperatur nach Reaumür angeſtellt, ſich ſoviel möglich großer Maſſen von 8 — 14 Unzen bedient, und die Beſchaffenheit der unterſuchten Körper nach ihrer Bereitungsart und ihren verſchiednen Zuſtänden ſehr genau angegeben.

Mit dieſen Verzeichnißen iſt noch dasjenige zu verbinden, was Hahn (Diſſ. de efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus. Lugd. Bat. 1751. 4.) und Gellert (Comment. Petropol. To. XII.) von den Metallcompoſitionen, und Prieſtley, Bergmann, Lavoiſier, Fontana, Kirwan ꝛc. von den Luftgattungen angegeben haben.

Ich theile hier das kurze aus Muſſchenbroek gezogne, und nach Briſſon und einigen andern verbeſſerte Verzeichniß mit, welches Herr Gren ſeinem Grundriße der Naturlehre (S. 222 u. f.) eingerückt hat.

Metalle.

Platina	20,000	Sickingen
	21,061	Sickingen
Gold	19,640	Muſſch.
	19,257	Briſſ.
Queckſilber	14,110	Muſſch.
Bley	11,352	—
Silber	10,552	Bergm.
Wißmuth	9,670	—
Nickelkönig	9,000	—
Kupfer	8,876	—
Meſſing	8,395	Briſſ.
Arſenikkönig	8,308	Bergm.
Eiſen	7,800	—
Stahl	7,767	Muſſch.
	7,833	Briſſ.
Kobaltkönig	7,700	Bergm.
Zinn	7,264	—
	7,291	Briſſ.
Zink	6,862	Bergm.
Spießglaskönig	6,860	—
Braunſteinkönig	6,850	—
Wolfram	7,842	v. Leyßer
Wolframkönig	17,600	de Luyart

Erden.		
Schwererde	3,733	Bergm.
Kalkerde	2,720	—
Bitterſalzerde	2,155	—
Kieſelerde	1,975	—
Alaunerde	1,305	—
Schwerſtein	4,990	Kirwan
	bis 5,800	—
Schwerſpath	4,000	Bergm.
	bis 4,496	—
Chalcedon	4,360	Muſſch.
Granat, böhm.	4,360	—
Sapphir	4,090	—
— orient.	3,562	—
Diamant	3,517	—
Topas, ſächſ.	3,450	—
Chryſolith	3,360	—
Carneol	3,290	—
Rubin	3,180	—
Laſurſtein	3,054	—
Smaragd	3,095	—
Turmalin	2,952	—
	bis 3,250	—
Bergkryſtall	2,650	—
Jsl. Kryſtall	2,720	—
Hyacinth	2,613	—
Jaſpis	2,666	—
Opal	1,958	—
	bis 2,075	—
Reiner Quarz	2,763	—
Selenit	1,870	—
	bis 2,320	—
Gem. Kieſel	2,542	—
Engl. Kryſtallglas	3,150	—
Venet. Glas	1,591	—
Gem. grünes Glas	2,666	—
Salze.		
Concentr. Vitriolſ.	2,125	Bergm.
Gem. Vitroloel	1,700	—
Concentr. —	1,827	—
Concentr. Salpeterſ.	1,580	—
Concentr. Salzſäure	1,150	—
Flußſpathſäure	1,500	—

Phosphorſäure, verglaſte	2,687	Bergm.
Sedativſalz	1,480	—
Deſtillirter Eſſig	1,011	Muſſch.
Arſenikſäure	3,391	Bergm.
Weißer Arſenik	3,706	Muſſch.
Vitrioliſirter Weinſtein	2,298	—
Glauberſalz	2,246	—
Salpeter	1,900	—
Würfl. Salpeter	1,869	—
Reines Kochſalz	1,918	—
Steinſalz	2,143	—
Digeſtivſalz	1,836	—
Sublimirter Salmiak	1,420	—
Borax	1,720	—
Alaun	1,714	—
Bleyzucker	2,395	—
Engl. Vitriol	1,880	—
Zinkvitriol	1,900	—
Weißer Zucker	1,606	—
Brennbare Mat.		
Steinkohle	1,240	—
Judenpech	1,400	—
Bernſtein	1,065	—
Gagat	1,203	—
Schwefel	1,800	—
Naphtha	0,708	Kirwan
Geiſter.		
Alkohol	0,815	Muſſch.
Vitrioläther	0,732	—
Weißer Franzwein	1,020	—
Frontignac	1,008	—
Malaga	1,015	—
Rother Capwein	1,018	—
Weißer Capwein	1,039	—
Pontac	0,993	—
Champagner	0,962	—
Moßler	0,916	—
Rheinwein	0,999	—
Fette.		
Rindertalg	0,955	—
Hammeltalg	0,943	—
Schweinſchmalz	0,954	—
Gelbes Wachs	0,960	—
Weißes Wachs	0,966	—

Oele.		
Baumöl	0,913	Muſſch.
Leinöl	0,928	Brandis
Rübſamenöl	0,902	—
Cacaobutter	0,910	—
Weißes Mohnöl	0,922	—
Süßes Mandelöl	0,928	Muſſch.
— —	0,911	Brandis
Deſtillirte Oele.		
Nelkenöl	1,034	Muſſch.
Pomeranzenöl	0,888	—
Zimmtöl	1,035	—
Saſſafrasöl	1,094	—
Rosmarinöl	0,934	—
Fenchelöl	0,997	—
Wacholderöl	0,911	—
Krauſemünzöl	0,975	—
Terpentinöl	0,792	—
Aloe	1,358	—
Arab. Gummi	1,735	—
Pech	1,150	—
Kampher	0,996	—
Hölzer.		
Indian. Cederholz	1,315	—
Buxbaumholz	1,328	—
und	0,919	—
Braſilienholz	1,031	—
Ebenholz	1,209	—
Fernambukholz	1,014	—
Franzoſenholz	1,333	—
Mahagonyholz	1,063	—
Greisholz	1,200	—
Altes Eichenholz	1.666	—
Eichenholz vom Stamme	0,929	—
— vom grünen Aſte	0,870	—
Rhodiſerholz	1,125	—
Weißes Nadelholz	1,041	—
Rothes —	1,128	—
Campecheholz	0,913	—
Büchenholz	0,852	—
Gelb Sandelholz	0,809	—
Erlenholz	0,800	—
Ahornholz	0,755	—

Eſchenholz . . .	0,734	Muſſch.
Apfelholz . . .	0,793	—
Pflaumenholz . .	0,785	—
Haſelnholz . . .	0,600	—
Birnenholz . .	0,661	—
Ulmenholz . .	0,600	—
Lindenholz . . .	0,604	—
Weidenholz . . .	0,585	—
Wacholderholz . .	0,556	—
Saſſafrasholz . .	0,482	—
Tannenholz . . .	0,550	—
Pappelholz . . .	0,383	—
Kork . . .	0,240	—
Eis . . .	0,916	—
Waſſer . . .	1,000	—

Die atmoſphäriſche Luft läſt ſich bey dem Barometerſtande 27 Zoll 8 Lin. und bey 65 Grad Temperatur nach Fahrenheit, 800mal leichter, als das Waſſer annehmen, ſ. Luft. Mithin iſt ihr mittleres eigenthümliches Gewicht = 0,00125. Für die übrigen luftförmigen Stoffe giebt Fontana (Philoſ. Tranſact. Vol. LXXI. P. I. p. 9.) aus Verſuchen, die bey einem Barometerſtande von 29 engl. Zoll und bey 55 Grad Temperatur nach Fahrenheit angeſtellt ſind

Gemeine Luft	152	Brennbare Luft	10
Dephlogiſtiſirte	160	Nitröſe	157
Phlogiſtiſirte durch Sättigung mit nitröſer	140	Salzſaure	243
		Vitriolſaure	300
		Flußſpathſaure	450
Fixe Luft	220	Laugenartige	70

Anderer Naturforſcher Beſtimmungen, die hievon abweichen, ſind in den die Gasarten betreſſenden Artikeln mit angegeben.

Anwendungen dieſer Lehre.

Man findet das Gewicht eines Cubikzolls von jeder angegebnen Materie, wenn man die Zahl, welche ihre ſpec.

fiſche Schwere ausdrückt, in das Gewicht eines Cubikzolls Waſſer multiplicirt. Ein rheinländiſcher Decimalcubikzoll Waſſer wiegt nach Medicinalgewicht $492\frac{11}{48}$ Gran. Dies mit 7,800 multiplicirt, giebt das Gewicht eines Cubikzolls Eiſen = 3567,8 Gran oder 7 Unzen, 3 Drachm, 1 Scrupel, 7,8 Gran. So kan man Tabellen über die abſoluten Gewichte der Körper berechnen, die zu vielen praktiſchen Abſichten brauchbar ſind. **Briſſon** hat eine ſolche für das Gewicht eines pariſer Cubikzolls und Cubikſchuhes von allen Metallen. Zu ohngefährer Ueberſicht kan folgende aus **Bion** (Mathematiſche Werkſchule, a. d. frz. Frf. u. Leipz. 1712. 4. S. 77.) dienen, welche die Gewichte eines pariſer Cubikſchuhs verſchiedener Materien in franzöſiſchen Pfunden zu 16 Unzen angiebt.

Gold	1326 Pf.	4 Unz.	Weiſſ. Marmor	188 Pf.	12 Unz.
Queckſ.	946 —	10	gehauener Stein	139 —	8
Bley	802 —	2	Ziegelſtein	127 —	—
Silber	720 —	12	Gyps	85 —	—
Kupfer	627 —	12	Waſſ. a. d. Seine	69 —	12
Eiſen	558 —	—	Seewaſſer	70 —	10
Zinn	516 —	2	Wein	68 —	6

Auch **Eiſenſchmidt** (De ponderibus et menſuris veterum. Argentor. 1708. 12. App. Tab. p. 174.) hat eine ſolche Tabelle, welche ſchon die Gewichte im Sommer und Winter unterſcheidet.

Zu den vornehmſten Anwendungen dieſer Lehre gehört das berühmte **archimedeiſche Problem**, deſſen Auflöſung wohl Archimeds Erfindung ſeyn kan, wenn auch die Erzählung ihrer Veranlaſſung (*Vitruv.* IX. 3.) eine Fabel ſeyn ſollte, ſ. **Gleichgewicht, Hydroſtatik.** Die Aufgabe iſt: **Eine Vermiſchung zweyer Materien von bekannten eigenthümlichen Schweren G und g, hat das Gewicht Π, und die eigenthümliche Schwere γ; man ſucht, wieviel von jeder Materie (dem Gewichte nach) in der Vermiſchung enthalten ſey.**

Die Auflöſung läſt ſich ſo überſehen. Man nenne die Volumina der vermiſchten Materien V und v, ihre Gewich-

te P und p. Vorausgeſetzt nun, daß bey der Vermiſchung die Materien nicht in einander eingreifen, ſondern das Volumen des Gemiſchten genau ſo groß bleibt, als beyde Volumina V und v zuſammen, ſo iſt das Volumen der Vermiſchung $= V + v$; ihr Gewicht $\Pi = P + p = GV + gv$, mithin ihre eigenthümliche Schwere, oder

$$\gamma = \frac{GV + gv}{V + v}$$

Hieraus folgt $V : v = \gamma - g : G - \gamma$

mithin $GV : gv$ oder $P : p = G.(\gamma - g) : g(G - \gamma)$

Ex. Es ſey eine Miſchung von Gold und Silber zu unterſuchen, welche 18 Pfund $= \Pi$ wiegt, und im Waſſer $1\frac{1}{3}$ Pf. verliert, daß alſo $\gamma = 18 : \frac{4}{3} = 13\frac{1}{2}$ iſt. Nun ſey die ſpecifiſche Schwere des Goldes $G = 18$, die des Silbers $g = 12$. So wird ſich $P : p = 18 . 1\frac{1}{2} : 12 . 4\frac{1}{2} = 27 : 54 = 1 : 2$ verhalten. Es wird alſo die Miſchung nur zu einem Drittel aus Gold, zu zwey Dritteln aus Silber, beſtehen, und da ſie 18 Pfund wiegt, wird ſie 6 Pfund Gold und 12 Pfund Silber enthalten.

Die Berechnung wird noch mehr erleichtert, wenn man ſtatt der ſpecifiſchen Schweren G, g, γ, die Größen des Gewichtsverluſts gebraucht, welche die beyden vermiſchten Materien und der gemiſchte Körper ſelbſt leiden, wenn man gleiche Gewichte von ihnen, alle $= \Pi$, ins Waſſer ſenkt. Man nenne dieſe verlohrnen Gewichte A, a, α. Sie verhalten ſich umgekehrt, wie die ſpecifiſchen Schweren G, g, γ. Daher iſt

$$G : g = a : A$$

$$\gamma - g : G - \gamma = \frac{1}{\alpha} - \frac{1}{a} : \frac{1}{A} - \frac{1}{\alpha}$$

$$\text{und } P : p = \frac{a}{\alpha} - 1 : 1 - \frac{A}{\alpha} = a - \alpha : \alpha - A$$

Hieraus folgt (um P und p gleich aus Π zu beſtimmen), weil $\Pi = P + p$,

$$\Pi : p = a - A : \alpha - A$$

$$\Pi : P = a - A : a - \alpha$$

Ex. Wenn im Falle des vorigen Beyſpiels 18 Pfund Gold im Waſſer 1 Pfund = A; 18 Pfund Silber $1\frac{1}{2}$ Pfund = a; die Miſchung $1\frac{1}{3}$ Pfund = α verlieren, ſo iſt

$$\Pi : p = 1\tfrac{1}{2} - 1 : 1\tfrac{1}{3} - 1 = \tfrac{1}{2} : \tfrac{1}{3} = 3 : 2$$
$$\Pi : P = 1\tfrac{1}{2} - 1 : 1\tfrac{1}{2} - 1\tfrac{1}{3} = \tfrac{1}{2} : \tfrac{1}{6} = 3 : 1$$

mithin, wenn Π = 18 Pfund, iſt p = 12 Pfund, P = 6 Pfund, wie oben.

Hierbey iſt aber zu bemerken, daß die Vorausſetzung, das Volumen der Miſchung ſey die Summe der Voluminum der gemiſchten Körper, oder = V + v, bey zuſammengeſchmolzenen Metallen nicht ſtatt findet. **Glauber** (Furni novi philoſophici, oder Beſchreibung einer neuerfundenen Deſtillirkunſt. Amſt. 1661. 8.) goß in einerley Kugelform 2 Kugeln von Kupfer und 2 von Zinn, ſchmolz alle vier zuſammen, und fand, daß die Miſchung noch nicht völlig 3 Kugeln in eben der Form gab, ob ſie gleich nichts am Gewichte verlohren hatte. Eben dieſen Verſuch erwähnt **Becher** (Chymiſche Concordanz. Halle, 1726. 4. S. 109.). In den Jahren 1736 und 1737 ſtellten **Kraft**, **Gellert** und **Zeiher** noch mehr Verſuche hierüber an (in Comm. Acad. Petrop. To. XIII. XIV. auch *Zeiher* Progr. Mixtionum metallicarum examen hydroſtaticum. Viteb. 1764.). **Einſporn** (Unterſuchung, wie weit durch Waſſerwägen der Metalle Reinigkeit könne beſtimmt werden. Erlang. 1745. 8.) handlet von dem Einfluße dieſer Abweichungen auf Archimeds Problem, und **Hahn** (De efficacia mixtonis in mutandis corporum voluminibus. Lugd. Bat. 1751. 4.) bringt noch mehr Erfahrungen von Miſchungen anderer Materien bey. Hieher gehört, daß 1 Kanne Salzwaſſer und 1 Kanne reines Waſſer zuſammen weniger, als 2 Kannen, ausfüllen, wie ſchon **Horrebow** (Elem. philoſ. nat. Hafn. 1748. 8.) als eine Bemerkung von **Römer** anführt. Herr **Käſtner** (De mixtorum examine hydroſtatico in Nov. Comm. Gotting. ad. ann. 1775.) prüft das bisher geleiſtete, und ſchlägt neue Reihen von Verſuchen vor, um den Gehalt der Metalle dieſer Abweichung ungeachtet durch Abwägen im Waſſer richtig zu beſtimmen. Die Miſchungen von Gold und Silber; Silber und Kupfer; Silber und Zinn;

Bley und Zinn geben die geringſten Abweichungen. Ueberdies gehört zu ſolchen Proben, daß nicht mehr, als zwey Metalle vermiſcht ſind, und daß man weiß, welche es ſind. Gold wird mit Silber legirt, bey dem ſchon Kupfer befindlich iſt. Alſo läſt ſich die Aufgabe auf Goldmünzen, die drey Metalle enthalten, nicht anwenden.

Hat ein Körper nicht durchgehends gleichförmige Dichtigkeit, wie alle organiſche, und viele zuſammengeſetzte, ſo müſte eigentlich die ſpecifiſche Schwere eines jeden Theiles insbeſondere unterſucht werden. Behandlet man den ganzen Körper nach den gewöhnlichen Methoden, ſo findet man eine mittlere ſpecifiſche Schwere, dergleichen **Muſſchenbroek**, **Robertſon** u. a. für den menſchlichen Körper geſucht haben, ſ. **Schwimmen**. Manche Theile des Körpers ſind ſchwerer, manche leichter, als dieſes Mittel. Da das Holz, als ein organiſirter Körper, ungleichförmig dicht iſt, ſo erklärt ſich hieraus **Jurin's** Gedanke (Philoſ. Tranſact. Num. 369. Vol. XXXI. p. 225.), daß die Beſtandtheile der Hölzer, Wurzeln, Blätter in der That ſchwerer ſind, als Waſſer, und daß dieſe Körper nur wegen der Luft ſchwimmen, die ſich in ihren Zwiſchenräumen aufhält. Sie ſinken auch unter, wenn dieſe Luft herausgeht und Waſſer dafür hineintritt, z. B. unter der Glocke der Luftpumpe, oder wenn ſie lang im Waſſer gelegen haben.

Ueberhaupt iſt die Dichte und ſpecifiſche Schwere der Theile von der des ganzen Körpers ſehr zu unterſcheiden, wie **Hamberger** (Elem. phyſices, §. 149. 150.) ſehr richtig bemerkt hat.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 1339 ſqq.

Errleben Anfangsgr. der Naturlehre durch **Lichtenberg**. §. 171 u. f.

Gren Grundriß der Naturlehre. §. 243 u. f.

Briſſon Dictionnaire raiſ. de phyſique, Art. *Peſanteur ſpecifique.*

Käſtner Anfangsgr. der Hydroſtatik, §. 42 u. f.

van Swinden Poſitiones phyſicae, To. II. P. I. Harderovici, 1786. 8maj. p. 43 ſqq.

Schwererde, Schwerſpatherde, Terra ponderoſa, Barytes, *Terre ponderuſe ou du Spath peſant.* Eine eigne von den übrigen weſentlich unterſchiedene Erde, welche mit der Vitriolſäure verbunden den Schwerſpath giebt, und aus demſelben erhalten werden kan, wenn man ihn gepülvert mit 1½ — 2 Theilen Weinſteinſalz calcinirt, und das daraus entſtehende ſalzige Gemiſch in deſtillirtem Waſſer auflöſet und durchſeihet. Hiebey verbindet ſich die Vitriolſäure mit dem Laugenſalze, und die Schwererde mit der Luftſäure des leztern; es bleibt alſo im Filtrum eine **rohe, luftſäurehaltige Schwererde** (terra ponderoſa aërata) übrig, die noch durch Abſüßen von den anhängenden Salztheilen befreyt werden muß. Dieſe wird durchs Brennen von Luftſäure und Waſſer befreyt, und giebt alsdann die **gebrannte** oder **reine Schwererde,** welche, wie der gebrannte Kalk, brennend und ſcharf von Geſchmack, auch in 900 Theilen Waſſer auflöslich iſt.

Die Schwererde findet ſich auſſer dem Schwerſpathe auch im Braunſtein. Im leztern entdeckte ſie **Scheele** (Vom Braunſtein in Schwed. Abhandl. 1774. und in Crells Neuſten Entd. Th. I. S. 113. 124. 133.) zuerſt, erfuhr aber bald darauf von **Gahn** (Bergmanns Anm. zu Scheffers chym. Vorleſ. §. 167.), daß ſie den Grundtheil des Schwerſpaths ausmache, den man bisher für kalkartig gehalten hatte. Er ſuchte ſie alſo in dieſer Steinart auf, beſtätigte ihr Daſeyn und lehrte ihre Eigenſchaften (Abh. von Luft und Feuer. §. 95.), welche **Bergmann** und **de Morveau** (Journal de phyſ. 1781. Mars et Octobr.) noch weiter unterſucht haben.

Die rohe Schwererde iſt weiß, unſchmackhaft, fein, und unter den einfachen Erden die ſchwerſte, indem ihr eigenthümliches Gewicht nach Bergmann 3,773 beträgt. Sie iſt, wie ſchon aus dem vorigen erhellet, der Kalkerde ähnlich, dennoch aber durch ihre Verwandſchaften eigenthümlich von letzterer unterſchieden. Die gebrannte Schwererde iſt, wie der lebendige Kalk, ätzend, löſet ſich in den Säuren ohne Aufbrauſen auf, und macht auch die milden Laugenſalze ätzend.

Leonhardi in Macquers chymiſchem Wörterbuch, Art. Schwererde.

Gren ſyſtemat. Handbuch der Chemie. Erſter Theil, §. 629 u. f.

Schwerpunkt, Mittelpunkt der Schwere, Centrum gravitatis, *Centre de gravité.* In jedem ſchweren feſten Körper giebt es einen Punkt, der ſo liegt, daß alle Theile des Körpers um ihn nach jeder Seite zu eben ſo viel ſtatiſches Moment haben, als nach der entgegengeſetzten Seite, oder daß alle Theile den Körper nach jeder Seite eben ſo ſtark um dieſen Punkt umzudrehen ſtreben, als dies die Theile auf der andern Seite nach der entgegengeſetzten Richtung thun; daher ſich die Beſtrebungen nach Umdrehung um dieſen Punkt ringsum aufheben. Dieſer Punkt heißt des Körpers Schwerpunkt.

Zur Erläuterung ſtelle Taf. XXI. Fig. 141. ADBE einen flachen ſchweren Teller vor, deſſen Mittelpunkt C auf einer feſten Stütze GC ruht. Die Theile des Tellers in der Linie CA ſtreben durch ihre Schwere den Teller ſo um C zu drehen, daß A fallen, und B aufſteigen würde. Aber die Theile in der Linie CB ſtreben eben ſo ſtark, eine entgegengeſetzte Umdrehung um C zu bewirken, bey welcher B fallen, und A aufſteigen würde. Beyde Beſtrebungen, als gleiche und entgegengeſetzte, heben ſich auf, und der Teller fällt weder nach A noch B. Eben dies gilt von den Linien CD und DE, und überhaupt von allen, wenn der Teller durchaus gleich dick, von gleichförmiger Dichte, und völlig kreisrund iſt. Alsdann iſt ſein Mittelpunkt C der Schwerpunkt.

Was dieſen Schwerpunkt zu fallen hindert, trägt das Gewicht des ganzen Körpers. Denn die übrigen Theile halten ſich ſelbſt im Gleichgewichte, alſo kan kein Theil fallen, ſondern alle üben nur Druck aus, und die Unterlage trägt den Druck aller Theile. Man kan ſich alſo vorſtellen, das ganze Gewicht des feſten Körpers ſey im Schwerpunkte beyſammen; welche Vorſtellung die Mechanik der feſten Körper ſehr erleichtert, weil ſie faſt alles auf Betrachtung ſchwerer Punkte bringt.

Das Daſeyn eines Schwerpunkts in jedem Körper kann nicht anders, als aus der Theorie des Hebels, erwieſen werden. Mit dieſem Beweiſe und der Theorie des Schwerpunkts will ich hier den Anfang machen, und dann die Anwendungen dieſer Theorie auf die Erklärung verſchiedener Phänomene hinzuſetzen.

Exiſtenz eines Schwerpunkts in jedem feſten Körper.

Am mathematiſchen Hebel der erſten Art ſtelle man ſich die Gewichte, die an beyden Armen einander entgegen wirken, in den Endpunkten der Arme ſelbſt angebracht vor. Der Ruhepunkt trägt alsdann die Summe beyder Gewichte, und beym Gleichgewichte iſt alles in Ruhe, eben ſo, als ob die beyden Gewichte von den Endpunkten der Arme weggenommen, und im Ruhepunkte beyſammen wären. Daher heißt der Ruhepunkt des Hebels der gemeinſchaftliche **Schwerpunkt** (centrum gravitatis commune) der beyden Gewichte. Und man findet den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt zweener ſchweren Punkte aus ihrem Abſtande und ihren Gewichten eben ſo, wie man den Ruhepunkt des Hebels erſter Art aus ſeiner Länge und den beyden Kräften findet.

Sind an einem ſolchen Hebel mehr ſchwere Punkte, wie M, m, μ Taf. XVII. Fig. 55. am Hebel CB, in den von C aus gerechneten Entfernungen $CM = D$, $Cm = d$, $C\mu = \delta$, und nennt man die Gewichte dieſer Punkte auch M, m, μ; ſo könnte man zuerſt den gemeinſchaftli- Schwerpunkt von M und m ſuchen, alsdann in dieſem ein Gewicht $= M + m$ annehmen, und nun den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt von dieſem Gewicht und von μ ſuchen. Dieſer würde E, der gemeinſchaftliche Schwerpunkt aller Gewichte M, m, μ ſeyn.

Kürzer erhält man dieſes E aus der beym Worte **Moment, ſtatiſches** (oben S. 265.) erwieſenen Formel

$$(\text{I.})\quad CE = \frac{MD + md + \mu\delta}{M + m + \mu}$$

Dieſe Formel läſt ſich auf alle mit ſchweren Punkten verſehene gerade Linien anwenden, ſo viel der Punkte auch ſeyn mögen. Für zween ſchwere Punkte an den Enden des Hebels CB, deren Gewichte C und B heiſſen, iſt D = o, d = CB, mithin gilt für den Abſtand des Ruhepunkts von C oder für CE folgende Formel

$$\odot.)\quad CE = \frac{B \,.\, CB}{C + B}$$

Man kann durch ſo viel Gewichte, als man will, fortgehen, und alle auf eines bringen, das an den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt aller müſte angehenket werden.

Befinden ſich zween ſchwere Punkte an den Enden einer unbiegſamen nicht ſchweren Stange, ſo findet man ihren gemeinſchaftlichen Schwerpunkt durch die Formel ⊙.). Sind ferner drey ſchwere Punkte nicht in gerader Linie, ſondern in den Spitzen eines Dreyecks, deſſen Seiten unbiegſame Hebel vorſtellen, ſo findet man aus eben dieſer Formel den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt zweyer, und alsdann eben ſo den Schwerpunkt dieſes nur gefundenen und des dritten Gewichts, alſo aller drey. Sind vier ſchwere Punkte nicht in einerley Ebne, ſondern in den vier Spitzen einer Pyramide, deren Seiten unbiegſame Hebel vorſtellen und ihre Lage nicht ändern laſſen, ſo findet man auf eben dieſe Art zuerſt einen Schwerpunkt für drey dieſer Punkte, die allemal in einer Ebne liegen, und dann den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt von dieſen und dem vierten ſchweren Punkte. Und eben ſo kann man mit fünf, ſechs und mehr Punkten verfahren. Es iſt alſo möglich, für jede Menge von ſchweren Punkten, die in einer unbiegſamen Verbindung in einem körperlichen Raume ſtehen, einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt anzugeben.

Da man nun in jedem feſten Körper überall ſchwere Punkte annehmen kann, die ſtatt der unbiegſamen Hebel durch die Feſtigkeit des Körpers verbunden werden, ſo giebt es für ſie alle zuſammen einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt, in dem man ſich das ganze Gewicht des Körpers vereinigt vorſtellen kann, deſſen Unterſtützung macht, daß der Körper nicht fallen kann, ſo wie der Körper fallen

muß, wenn dieſer Punkt fallen kann. Zwey Schwerpunkte kann es in einem Körper auch nicht geben, weil man ſonſt einen ohne den andern unterſtützen könnte, alſo der Körper zugleich fallen und nicht fallen müſte. Es giebt alſo in jedem Körper einen Schwerpunkt. Ich habe den Beweis dieſes Satzes faſt wörtlich aus Käſtner (Anfangsgründe der Mechanik §. 48.) entlehnt.

Methoden, den Schwerpunkt zu finden.

In Körpern von gleichförmiger Dichte und regulärer Geſtalt kömmt der Schwerpunkt mit dem Mittelpunkte der Größe (centrum magnitudinis ſ. figurae) überein, ſ. Mittelpunkt der Größe. So iſt klar, daß der Schwerpunkt bey einer Kugel in ihrem Mittelpunkte, bey einem Cylinder oder ſenkrechten Prisma auf der Helfte der Axe, bey einer geradlinigten Stange in der Mitte der Länge, bey dem Teller Taf. XXI. Fig. 141. ſenkrecht unter C, mitten in der Maſſe des Tellers, liege. Bey ſenkrecht prismatiſchen Körpern iſt daher nur nöthig, den Schwerpunkt der Grundflächen zu ſuchen, über welchem die Axe ſteht. Der Schwerpunkt des ganzen Körpers liegt alsdann auf der Helfte der Axe.

Wenn ſich Figuren oder Körper in unendlich kleine Abſchnitte zerlegen laſſen, deren Schwerpunkte alle in einer geraden Linie liegen, wie z. B. das Dreyeck ABC, Taf. XXI. Fig. 142, oder der Kegel ABC, Fig. 143, in Elemente MNnm zerlegt werden können, deren Schwerpunkte P, p, alle in den Linien CD liegen, ſo kann man die Stelle des Schwerpunkts E aus der obigen Formel (I.) finden, nach welcher CE gleich iſt der Summe aller Momente der Theile um C, dividirt durch die Summe aller Gewichte der Theile, wenn man nur im Stande iſt, die Summe dieſer unzählig vielen Momente anzugeben. Ehedem ſuchten dies die Mechaniker ſehr mühſam, wie man beym Valeri (*Lucae Valerii* de centro gravitatis ſolidorum liber. Bonon. 1661. 4.) Wallis (Mechanica P. II. in Opp. To. I.), Caſatus

(Mechanica, Lugd. 1684. 4.) findet. Die Integralrechnung hat leichtere Wege hiezu gelehret, (ſ. Clairaut in Mém. de Paris. 1731. p. 157. ſqq. und Käſtners Analyſ. des Unendlichen. Gött. 1770. Anh. I. S. 602.

Fig. 142 ſey CH ein Perpendikel aus C auf AB, auf dieſem werde CL = x genommen, und das zugehörige MN = y genannt, ſo iſt Ll = dx, das Element MNnm = ydx. Da ſich bey gleichförmiger Dichte die Gewichte, wie die Volumina verhalten, ſo ſtellt das Volumen MNnm zugleich das Gewicht dieſes Elements vor; ſein ſtatiſches Moment um C aber iſt das Produkt dieſes Gewichts in die Entfernung CP, alſo = CP . ydx. Mithin die Summe aller Momente von C bis MN = ſCP . ydx. Wenn nun aus der Beſchaffenheit der Figur CP und y durch x ausgedrückt werden, ſo läſt ſich dieſe Summe durch Integriren finden, und giebt, wenn man x = CH ſetzt, die Summe aller Momente der ganzen Figur. Die Summe aller Gewichte wird durch das Volumen oder den Inhalt der ganzen Figur ausgedrückt; und der Quotient beyder giebt CE, den Abſtand des Schwerpunkts vom Scheitel C. Eben ſo iſt das Verfahren für den Körper Fig. 143, nur daß hier MN eine Fläche wird, da es Fig. 142 eine Linie war.

Ex. 1. Für das Dreyeck ABC. Hier iſt x : y = CH : AB, auch x : CP = CH : CD. Nun ſey AB = n . CH; CD = m . CH, ſo wird auch y = nx; CP = mx, und ſCP . ydx = ſmnx²dx. Dies ſo integrirt, daß es für x = o verſchwindet, giebt die Summe der Momente von CMN = $\frac{1}{3}$ mnx³, und vom ganzen Dreyeck = $\frac{1}{3}$ mnCH³. Des Dreyecks Inhalt iſt = $\frac{1}{2}$ CH . AB = $\frac{1}{2}$ nCH². Dies in die Summe der Momente dividirt, giebt CE = $\frac{2}{3}$ mCH = $\frac{2}{3}$ CD. Mithin liegt des Dreyecks Schwerpunkt E in der Linie CD ſo, daß er um zwey Drittel derſelben von der Spitze C, und um ein Drittel von der Grundlinie oder von D abſteht. In dieſem Punkte E begegnen ſich die drey Linien Aa, Bb, CD, welche aus den drey Spitzen des Dreyecks, jede nach dem Mittel der gegenüber ſtehenden Seite gezogen werden können, welches eine

leichte Methode giebt, den Schwerpunkt im Dreyecke zu verzeichnen.

Ex. 2. Für den Kegel ABC Fig. 143. Hier iſt $CP = x$; y = dem Kreiſe vom Halbmeſſer PN. Wenn nun $DB = n \cdot CD$ iſt, ſo wird auch $PN = n \cdot CP = nx$; mithin $y = \pi n^2 x^2$. Alſo $\int CP \cdot y\,dx = \int \pi n^2 x^3 dx$. Dies ſo integrirt, daß es für $x = 0$ verſchwindet, giebt die Summe der Momente von $CMN = \frac{1}{4}\pi n^2 x^4$ und für den ganzen Kegel $= \frac{1}{4}\pi n^2 CD^4$. Des Kegels Inhalt iſt $= \pi DB^2 \cdot \frac{1}{3} CD = \frac{1}{3}\pi n^2 CD^3$. Dies in die Summe der Momente dividirt, giebt $CE = \frac{3}{4} CD$. Des Kegels Schwerpunkt E liegt in der Axe ſo, daß er um drey Viertel derſelben von der Spitze, um ein Viertel von der Grundfläche abſteht.

Ex. 3. Für eine Halbkugel vom Halbmeſſer r, wo $CP = x$; y = dem Kreiſe vom Halbmeſſer $\sqrt{2rx - xx} = 2\pi rx - \pi x^2$, daher $\int CP \cdot y\,dx = \int \pi r x^2 dx - \int \pi x^3 dx$. Dies gehörig integrirt, giebt die Summe der Momente für $CMN = \frac{2}{3}\pi r x^3 - \frac{1}{4}\pi x^4$, und für die ganze Halbkugel, wo ſich x in r verwandelt, $= \frac{5}{12}\pi r^4$. Der Halbkugel Inhalt iſt $= \frac{2}{3}\pi r^3$. Der Quotient giebt $CE = \frac{5}{8} r$. Oder der Halbkugel Schwerpunkt ſteht um $\frac{5}{8}$ des Halbmeſſers vom Gipfel, um $\frac{3}{8}$ vom Mittelpunkte ab.

In manchen Fällen ergiebt ſich die Stelle des Schwerpunkts ſchon aus leichtern Betrachtungen, z. B. im Dreyecke daraus, daß dieſer Punkt ſowohl in CD, als in Aa liegen, alſo in den Durchſchnittspunkt dieſer Linien fallen muß, welcher, wie die Geometrie lehrt (*Archimedis* Opp. per *Iſaac Barrow*. Lond. 1675. . De aequiponderantibus Lib. I. prop. 24.) von jeder dieſer Linien ein Drittel abſchneidet.

Man findet auch den Schwerpunkt durch Verſuche, indem man den Körper auf die Schärfe eines dreyſeitigen Prisma, auf einer geſpannten Saite u. dgl. hin und her ſchiebt, bis er ſich ruhig hält, und auf keine von beyden Seiten fällt. Alsdann iſt ſein Schwerpunkt unterſtützt, und befindet ſich alſo in einer vertikalen Ebne durch die Schärfe, einer Schwerebne (planum gravitatis) des

Körpers. Ein zweyter Verſuch, wobey man andere Stellen des Körpers auflegt, giebt eine zweyte Schwerebne, die ſich mit der vorigen in einer Schwerlinie oder einem Durchmeſſer der Schwere (diameter gravitatis) des Körpers ſchneidet. Ein dritter Verſuch beſtimmt eine dritte Schwerebne, die ſich mit dem gedachten Durchmeſſer im Schwerpunkte ſchneidet. Oder: man hängt den Körper an einem Faden auf, ſo geht die Richtung des Fadens verlängert durch den Schwerpunkt, und beſtimmt alſo einen Durchmeſſer der Schwere. Ein zweytes Aufhängen an einer andern Stelle des Körpers beſtimmt einen zweyten Durchmeſer, und der Schwerpunkt iſt da, wo ſich beyde ſchneiden.

Bisweilen fällt der Schwerpunkt nicht in die Maſſe ſelbſt, ſondern in eine Stelle, die von der zum Körper gehörigen Materie leer iſt. So haben Ringe, hohle Kugeln u. dgl. den Schwerpunkt im leeren Mittelpunkte. Eben ſo krummgebogne Dräthe, die man als Bogen von Kreiſen oder andern krummen Linien betrachten kann, hohle Gefäße, Trichter, die als Oberflächen von Kegeln anzuſehen ſind u. ſ. w.

Eigenſchaften des Schwerpunkts.

Wird ein Köper in ſeinem Schwerpunkte ſelbſt aufgehangen oder unteſtützt, ſo daß er ſich frey um dieſen Punkt drehen kann, ſo bleibt er in jeder Lage, die man ihm giebt, unbewegt ſtehen. Es iſt nemlich ſo viel, als ob ſein ganzes Gewicht im Unterſtützungs- oder Umdrehungs-Punkte (centro motus) beyſammen wäre, oder er gar keine Schwere hätte, daher ihn auch die Schwere allein keine Bewegung geben kann. In einem ſolchen Gleichgewichte müſſen ſich die beweglichen Quadranten, die Fernröhre in der Mittagsfläche (inſtrumens de paſſage) die künſtlichen Erd- und Himmelskugeln u. dgl. befinden, damit ſie in jeder Stellung ruhig bleiben.

Wird aber der Körper an einem andern Punkte befeſtiget, ſo ruht er nicht, wofern nicht der Befeſtigungs-

punkt in der durch den Schwerpunkt gehenden Verticallinie, der Directionslinie, liegt. Denn das im Schwerpunkte verſammlete Gewicht treibt dieſen Punkt niederwärts, und bewegt dadurch den Körper. Nur in dem Falle, da die Directionslinie, nach der der Schwerpunkt getrieben wird, durch den befeſtigten Punkt geht, kann keine Bewegung erfolgen, weil ſonſt die Materien des Körpers und der Unterlage in einander eindringen müſten. In allen andern Fällen wird der Körper bewegt, der Schwerpunkt beſchreibt einen Kreisbogen um den befeſtigten Punkt, und es entſteht eine Schwungbewegung (ſ. **Pendel**) mit mehrern Oſcillationen, die endlich aufhört, wenn der Schwerpunkt lothrecht unter dem Aufhängungspunkte ſteht.

Der Schwerpunkt jedes aufgehangnen oder ſonſt beweglichen Körpers fällt, ſo lange er kann, wie aus dem vorigen leicht erhellet. Man kan dies auch ſo ausdrücken: **Der Schwerpunkt nimmt unter allen möglichen Stellen jederzeit die niedrigſte ein, die er erhalten kann, ohne vorher zu ſteigen.** Könnte er eine niedrigere Stelle nicht ohne vorgängiges Steigen erreichen; ſo bliebe der Körper in der Ruhe, weil es wider die Natur der Schwere iſt, daß der Schwerpunkt von ſelbſt ſteige.

Wird ein Körper ſo aufgehangen, daß der Schwerpunkt unter dem Aufhängungspunkte befindlich iſt, ſo ſetzt er ſich von ſelbſt ins Gleichgewicht, und bleibt in ſelbigem deſto beharrlicher, je weiter beyde Punkte von einander abſtehen, ſ. **Wage**. Befindet ſich aber der Schwerpunkt über dem Aufhängungspunkte, ſo kann kein beharrliches Gleichgewicht ſtatt finden, und der Körper ſchlägt ganz um, ſobald der Schwerpunkt aus der Vertikallinie gebracht wird, weil der Schwerpunkt die tiefſte mögliche Stelle ſucht.

Wenn die Directionslinie innerhalb der unterſtützten Grundfläche eines Körpers fällt, und auf dieſer Grundfläche lothrecht ſteht, ſo kann der Körper durch ſein eignes Gewicht nicht fallen. Denn, da der Schwerpunkt nach der Directionslinie niedergetrieben wird, ſo müſte beym

Nnn

Falle die Grundfläche des Körpers in die Unterſtützung eindringen, welches bey gehöriger Feſtigkeit der letztern unmöglich iſt. Fällt aber die Directionslinie außerhalb der unterſtützten Grundfläche, ſo fällt der Körper durch ſein eignes Gewicht um, und zwar nach derjenigen Seite, nach welcher die Directionslinie von der Grundfläche abweicht.

Hiebey iſt nicht nöthig, daß die Grundfläche in allen ihren Punkten unterſtützt ſey. Es iſt ſchon hinlänglich, wenn ſie es in drey Punkten iſt, welche ein Dreyeck bilden, das man alsdann als ganz unterſtützt anſehen kann. So ſteht ein Tiſch ſchon auf drey Füſſen feſt, und feſter, als auf vieren, weil drey Punkte allemal in einerley Ebne fallen, und mit drey Punkten des Fußbodens völlig congruiren. Bey vier Punkten fällt der vierte nicht allezeit genau in einerley Ebne mit den drey übrigen, und die Tiſche wackeln, wenn ein Fuß gegen die drey übrigen zu lang oder zu kurz iſt.

Steht die Directionslinie nicht lothrecht auf der unterſtützten Grundfläche, oder liegt der Körper auf einer ſchiefen gegen den Horizont geneigten Ebne, ſo wird er, wenn die Directionslinie innerhalb der Grundfläche fällt, nicht umfallen, ſondern nur hinabgleiten, wenn nicht das Reiben dieſes verhindert. Fällt aber die Directionslinie auſſer der Grundfläche, ſo wird der Körper umſchlagen, und ein runder wird herabrollen, wenn das Reiben ſtark genug iſt, um ſein Abgleiten zu verhüten, ſ. **Schiefe Ebne.**

Der Inhalt der Flächen, welche durch Umdrehung einer Linie, und der Körper, welche durch Umdrehung einer Fläche erzeugt werden, iſt gleich dem Producte der erzeugenden Linie oder Fläche in die Länge des Weges, den der Schwerpunkt dieſer Linie oder Fläche bey der Erzeugung zurück legt. Auf dieſe Regel gründete **Guldin** eine Methode den Inhalt der Figuren und Körper zu finden, ſ. Centrobaryſch. **Leibnitz** (Act. Erud. Lipſ. 1695. p. 493.) fand, daß der Satz auch für Flächen gelte, welche durch Abwickelung krummer Linien erzeugt werden. Va-

rignon (Mém. de Paris, 1714. p. 78 — 123.) hat von beyden Regeln einen ausführlichen Beweiß gegeben.

Sehr oft ſetzt man die Schwere der Körper ganz beyſeit, betrachtet aber dagegen andere beſchleunigende Kräfte, welche nach parallelen Richtungen in jeden Theil der Maſſe wirken. Dies iſt der Fall, wenn Körper, die auf einer wagrechten Ebne liegen, durch den Stoß in Bewegung geſetzt werden u. ſ. w. Hiebey kömmt zwar das Wort Schwere nicht vor, aber wenn man die Punkte ſucht, in welchen ſich die Maſſen ſolcher Körper vereinigt annehmen laſſen, ſo ſind die Schlüße die nemlichen, und man findet dieſe Punkte mit den Schwerpunkten einerley. Nur iſt es ſchicklicher, in ſolchen Fällen den gefundenen Punkt nicht Schwerpunkt, ſondern Mittelpunkt der Maſſe oder der Trägheit zu nennen, ſ. Mittelpunkt der Maſſe.

Wenn ſich ein Syſtem von Maſſen in einerley geraden Linie oder in Parallellinien bewegt, ſo bewegt ſich der gemeinſchaftliche Schwerpunkt aller Maſſen in eben der Linie, oder auch mit paralleler Richtung, oder er ruht, und die Summe aller Bewegungen (nach einerley Seite mit +, nach der entgegengeſetzten mit — bezeichnet) iſt gleich der Bewegung des mit der Summe aller Maſſen belegten Schwerpunkts (nach der poſitiven Seite zu betrachtet). Daher findet man die Geſchwindigkeit des Schwerpunkts, wenn man die Summe aller Größen der Bewegung durch die Summe aller Maſſen dividirt. Sind die Bewegungen nicht parallel, ſo kann man jede nach parallelen Richtungen zerlegen, und die Bewegung des Schwerpunkts durch Zuſammenſetzung der Theile ſuchen, welche ſchöne Methode d' Alembert (Traité de Dynamique. Paris, 1752. 4.) ſehr oft braucht.

Wenn ein Syſtem von Maſſen frey, d. i. an keinen feſten Punkt, um den es ſich drehen müſte, gebunden iſt, ſo ändert Ruhe oder Bewegung ſeines Schwerpunkts nichts in den Wirkungen der Maſſen auf einander ſelbſt: die Maſſen wirken, wie ruhende, und das ganze Syſtem geht zugleich ſo fort, wie ſein Schwerpunkt fortgeht.

Erklärung einiger Erſcheinungen und Verſuche.

Ein Körper fällt durch ſein eignes Gewicht nicht um, wenn ſeine Directionslinie (die Verticallinie durch ſeinen Schwerpunkt) genau durch den unterſtützten Ort geht, oder wenn der Schwerpunkt lothrecht über dem unterſtützten Grunde ſteht. Auf dieſem Satze beruht der feſte Stand der Menſchen, Thiere und lebloſen Körper. Jeder Körper ſteht auf einer großen Grundfläche ſicherer, als auf einer kleinern, z. B. der Menſch auf beyden Füßen, deren Stellung ein Trapezium bildet, feſter, als auf einem; auch feſter mit gerade vorwärts gekehrten, als mit auswärts geſtellten Füßen, die ein ſchmäleres Trapezium bilden, über deſſen Grenzen eine kleine Bewegung den Schwerpunkt des Körpers leicht hinausrückt. Die vierfüßigen Thiere ſtehen auf einer größern Grundfläche, mithin feſter, als der Menſch. Beym Gehen giebt es Augenblicke, wo der Schwerpunkt nicht unterſtützt iſt, und der Körper fallen würde; da aber zum Falle Zeit gehört, ſo wird während derſelben der fortſchreitende Fuß wieder lothrecht unter den Schwerpunkt gebracht. Gehen, Laufen und Springen ſind alſo ein immer erneuertes und wieder unterbrochnes Fallen: eben ſo der Schritt, Trott und Galopp der Pferde.

Wenn man Laſten trägt, ſo fällt der gemeinſchaftliche Schwerpunkt des Körpers und der Laſt weiter vom Körper ab, nach der Gegend zu, wo ſich die Laſt befindet. Daher beugt und ſtreckt der Träger den Oberleib oder andere Theile des Körpers nach der entgegengeſetzten Seite, um den Schwerpunkt wieder an ſeinen gewöhnlichen Ort zurück zu bringen. Er beugt ſich vorwärts, wenn er die Laſt auf dem Rücken trägt, rückwärts, wenn er ſie vor ſich hat; er ſtreckt den rechten Arm aus, wenn die Laſt am linken hängt, u. ſ. w.

Bringt man den Körper in Stellungen, bey welchen die Directionslinie auſſerhalb des unterſtützten Grundes fällt, ſo verändert man zugleich die Stellung der Füße ſo, daß ſie einen neuen Grund bilden, der nun den Schwerpunkt unterſtützt. So ſetzt man den einen Fuß vorwärts,

wenn man ſich bückt, um etwas aufzuheben; oder man ſtreckt ihn hinterwärts, um dem vorwärts gebognen Oberleibe ein Gegengewicht zu geben, deſſen Moment den Schwerpunkt gerade über dem feſtſtehenden Fuße zurückhält. Ein Sitzender, deſſen Schwerpunkt nicht von den Füßen unterſtützt wird, kann nicht aufſtehen, ohne entweder die Füße rückwärts zu ziehen, oder den Leib ſtark und und ſchnell vorzubeugen, damit der Schwerpunkt über die Füße gebracht werde, welches ſchon Ariſtoteles (Quaeſt. mechan. 31.) bemerkt. Dies alles lehren uns Erfahrung und Gewohnheit, auch ohne daß wir die mechaniſchen Gründe davon einſehen. Man ſ. hievon Borelli (De motu animalium. Lugd. Bat. 1710. 4.) Leupold (Theatrum Static. Lipſ. 1726. Tab. I. et II.) und Deſaguliers (Courſe of experimental philoſophy. Lect. II. §. 44.)

Alle oft in Erſtaunen ſetzende Künſte der Balanceurs, Aequilibriſten und Seiltänzer beruhen auf einem feinen Gefühl des Schwerpunkts, und auf der Geſchicklichkeit, ihn über einer ſehr kleinen Baſis zu erhalten. Hiebey thut die Bewegung unentbehrliche Dienſte; durch ſie wird die Baſis allemal nach der Seite gelenkt, nach welcher der Schwerpunkt fallen will, oder es wird der Schwerpunkt ſelbſt auf die entgegengeſetzte Seite gebracht. Es würde unmöglich ſeyn, den Teller (Taf. XXI. Fig. 141.) ruhend auf eine Degenſpitze zu ſtellen. Aber es iſt ſehr leicht, wenn der Teller ſchnell um C gedreht wird. Alsdann beſchreibt der wahre Schwerpunkt einen kleinen Cirkel um die Spitze, und indem er auf der Seite CA herabfallen will, iſt er während der kleinen Zeit, in der der Fall anfängt, ſchon auf die entgegengeſetzte Seite CB gelangt, wo er faſt in demſelben Augenblicke den anfangenden Fall wieder aufhebt. In allen entgegengeſetzten Stellen geſchieht das nemliche; mithin wird aller Fall verhütet, und der Teller fällt nicht eher, als bis ſein Umlauf aufhört.

Schwere und hohe Körper laſſen ſich leichter balanciren, als leichte und kurze; ſchwere darum, weil man die Stelle ihres Schwerpunkts deutlicher fühlt, hohe, weil ihr Schwerpunkt im Fallen einen Bogen von längerm

Halbmeſſer beſchreibt, mithin langſamer umſchlägt, und mehr Zeit verſtattet, die Baſis unterzuſchieben, und das Umſchlagen zu verhüten. Daher iſt es ſehr leicht, lange Körper, deren Schwerpunkt hoch ſteht, zu balanciren, z. B. einen Stock mit einer Bleykugel, eine Leiter mit einem oben aufſitzenden Kinde (ſ. Leupold Theatr. Staticum Tab. II.), wozu faſt nichts gehört, als Kühnheit, es zu verſuchen. Dagegen wird das Balanciren leichter Körper, z. B. einer Pfauenfeder, für ein Kunſtſtück gehalten. Leichte und kurze Körper, wie eine Stecknadel, zu balanciren, fällt unmöglich.

Seiltänzerkünſte beruhen auf feinem und ſteten Gefühl vom Schwerpunkte ſeines eignen Körpers. Die Balancirſtange, an den Enden mit Bley ausgegoſſen, dient, den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt des Körpers und der Stange nach Befinden auf die eine oder andere Seite zurück zu bringen, indem die Stange in den Händen verſchoben oder in ſchiefe Richtungen gebracht wird. Dieſe Stangen erleichtern deſto mehr, je ſchwerer und je länger ſie ſind. In Ermanglung der Stangen helfen ſich die Seiltänzer mit Ausſtreckung der Arme, und überhaupt mit beſtändiger Bewegung.

Man kann Körper ſo zuſammenfügen und unterſtützen, daß ſie der Gefahr, zu fallen, ausgeſetzt ſcheinen, und dennoch dafür ſicher ſind. Dies geſchieht z. B., wenn ein ſehr leichter Körper mit einem ſehr ſchweren ſo verbunden wird, daß der gemeinſchaftliche Schwerpunkt von beyden, bey aufrechter Stellung des Ganzen, niedriger liegt, als der Unterſtützungspunkt. Solche Körper ſtellen ſich durch ihr Gewicht ſo, daß der Schwerpunkt lothrecht unter den geſtützten Grund kömmt, und ſtehen dann ruhig. So macht man kleine Seiltänzer von Holz, woran zween gebogne Dräthe mit Bleykugeln ſtecken. Der gemeinſchaftliche Schwerpunkt fällt in die freye Luft unter die Füße des Männchens, das ſich alſo auf einem geſpannten Bindfaden von ſelbſt aufrecht ſtellt und erhält. Eben ſo hat man hölzerne Männchen mit langen Sägen, an deren Ende ſich eine ſchwere Kugel befindet. Setzt man die Füße, wel-

cheſſ Spitzen haben, an den Rand eines Tiſches, ſo oſcillirt das Ganze, wie ein Pendel, und die Figur ſcheint am Tiſche zu ſägen, bis ſie endlich ſo ruht, daß der in die freye Luft fallende Schwerpunkt lothrecht unter der Stelle iſt, wo die Füße mit den Spitzen aufſtehen. Solche Spielwerke beſchreiben **Schwenter** (Mathematiſche Erquickſtunden I. Band, Th. 9. Aufg. 5. 6. 7.) und **Leupold** (Theatr. Staticum univ. Tab. I. fig. 18.). Dahin gehören auch die kleinen Männchen von Kork, unten mit Bley, die von ſelbſt aufſtehen, weil ihr Schwerpunkt im Stehen tiefer ſteht, als im Liegen, und dieſe tiefere Stelle erreichen kan, ohne erſt ſteigen zu dürfen.

Die hängenden Thürme zu Bologna und Piſa ſcheinen den Fall zu drohen, ſtehen aber ſehr feſt, weil alle Theile gut verbunden ſind, und des Ganzen Directionslinie nicht auſſer den Grund fällt. **Caſatus** (Mechan. I. c. 9.) berechnet den zu Piſa, und glaubt, er ſey mit Fleiß ſo gebaut, welches auch **Labat** (Voyage d'Eſpagne et d'Italie To. II. ch. 5.) und **de la Lande** (Voyage d'un François en Italie. 1769. 8. Vol. II. p. 18. und p. 482.) von beyden behaupten; dagegen **Condamine** (Mém. de Paris. 1757. p. 347.) annimmt, ſie hätten ſich geſenkt.

Wenn man machen kan, daß eine flüßige Materie, z. B. Queckſilber, in der Hölung eines Körpers aus einem Theile nach und nach in den andern läuft, und der Körper Gelenke hat, die ihn beym Umfallen in gewiſſe Stellungen bringen, und beſtimmte Theile von ihm auf neue Unterſtützungspunkte ſetzen, ſo wird er allerley Poſituren annehmen, und von einem Ort zum andern purzeln, je nachdem ſich der Schwerpunkt des Ganzen in dieſem oder jenem Theile befindet. Hierauf beruht die Einrichtung der Puppe, die eine Treppe hinab purzelt, und von **Muſſchenbroek** (To. I. §. 508.) als eine chineſiſche Erfindung beſchrieben wird.

Der Cylinder und der doppelte Kegel, welche durch den Fall ihres Schwerpunkts und das Reiben auf ſchiefen Flächen aufwärts zu laufen ſcheinen, ſind ſchon beym Worte **Schiefe Ebne** erwähnt worden.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. I. §. 373. ſqq.

Käſtner Anfangsgr. der Mechanik. Götting. 1780. 8. §. 41-45. u. f.

v. Swinden poſitiones phyſicae, To. I. Harderov. 1786. 8 maj. L. II. Part. 4.

Schwimmen, Innatare ſ. Inſidere fluido, Natare, *Flotter*, *Nager*. Man ſagt von einem feſten Körper, er ſchwimme auf einem flüßigen (innatare fluido, *flotter*), wenn er in dieſen nicht ganz einſinkt, ſondern auf der Oberfläche bleibt, und mit einem größern oder geringern Theile über dieſelbe hervorraget. Dazu gehört, daß das Gewicht eines ſolchen Körpers ſchon ins Gleichgewicht mit dem Drucke des flüßigen komme, noch ehe er ſich ganz eingeſenkt hat. Die Worte Natare und *Nager* braucht man eigentlich nur von Menſchen und Thieren, die ſich vermittelſt gewiſſer Bewegungen auf dem Waſſer ſchwimmend erhalten, und von einer Stelle zur andern fortbringen. Die übrigen werden von lebendigen und lebloſen Körpern gemeinſchaftlich gebraucht.

Beym Worte Gleichgewicht iſt unter dem Abſchnitte: Gleichgewicht flüßiger Körper mit feſten (Th. II. S. 503.) der Satz erwieſen worden, daß ein feſter Körper, der weniger wiegt, als ein gleich großer Theil Waſſer, auf dem Waſſer ſchwimmen müſſe, weil ihn daſſelbe ſtärker aufwärts hebt, als ihn ſein Gewicht niedertreibt. Körper, die weniger, als ein gleich großer Theil Waſſer wiegen, d. i. die unter gleichem Raume weniger Gewicht haben, heiſſen ſpecifiſch leichter, als Waſſer, ſ. **Schwere, ſpecifiſche.** Man ſieht hieraus, daß auf einem Fluidum alle diejenigen Körper ſchwimmen, welche ſpecifiſch leichter, als das Fluidum, ſind; auf dem Waſſer z. B. alle, deren ſpecifiſche Schwere in den gewöhnlichen Tabellen kleiner, als 1,000 angegeben wird; auf dem Queckſilber alle, deren eigenthümliches Gewicht kleiner, als 14,000 iſt.

Daher ſchwimmen auf dem Waſſer Kork, die meiſten Hölzer, die Fette, das Eis; auf dem Queckſilber alle feſte Körper, nur Platina, Gold (und das Wolframmetall) ausgenommen.

Der ſchwimmende Körper ABCD, Taf. XXI. Fig. 144. muß ſich im Waſſer ſo weit eintauchen, bis die aufwärts treibende oder hebende Kraft des Waſſers ſeinem ganzen Gewichte gleich iſt. Dieſe hebende Kraft aber beträgt allemal ſoviel, als das Gewicht des aus der Stelle getriebenen Waſſers, welches vorher durch die hebende Kraft des übrigen Waſſers getragen wurde, ſ. Gleichgewicht. Daher taucht ſich der Körper ABCD durch ſein Gewicht ſo tief ein, bis der Raum ECDF, den er im Waſſer einnimmt, mit Waſſer gefüllt, ſo viel wiegen würde, als der ganze Körper. An dieſer Stelle kan er nicht weiter ſinken; er drückt ſo ſtark, als vorher das Waſſer ECDF drückte, und ſo bleibt alles im Gleichgewichte.

Die ſpecifiſchen Schweren zweener Körper von gleichförmiger Dichte verhalten ſich, wie die Quotienten der Gewichte durch die Räume, ſ. Schwere, ſpecifiſche, alſo, wenn die Gewichte gleich ſind, umgekehrt, wie die Räume. Da nun die Gewichte des Körpers im Raume ABCD, und des Waſſers im Raume ECDF gleich ſind, ſo folgt, daß ſich die ſpecifiſchen Schweren des Körpers und Waſſers verhalten müſſen, wie der Raum ECDF zum Raume ABCD, oder wie die Größe des eingetauchten Theils zum Volumen des ganzen Körpers, vorausgeſetzt, daß der letztere von gleichförmiger Dichte iſt, oder durchgehends aus einerley Materie beſteht. Geſetzt, ein Stäbgen von Lindenholz, in 100 Theile getheilt, ſinke im Waſſer um 60 Theile ein, ſo hat man daraus das Verhältniß der ſpecifiſchen Schweren 60 : 100; oder die Schwere des Lindenholzes = 0,60 von der des Waſſers.

Senkt man einerley Körper nach einander in zween verſchiedne Liquoren, ſo werden ſich die eigenthümlichen Schweren der Liquoren umgekehrt, wie die eingetauchten Theile verhalten. Man ſetze, das vorige Stäbgen von Lindenholz ſinke im Weine um 65 Theile ein, ſo iſt

Gr. ſp. d. Waſſers : Gr. ſp. des Lindenh. = 100 : 60
Gr. ſp. d. Lindenh. : Gr. ſp. des Weins = 65 : 100

mithin Gr. ſp. d. Waſſers : Gr. ſp. des Weins = 65 : 60

oder das eigenthümliche Gewicht des Weins iſt $= \frac{60}{65} = 0{,}92$. Hierauf gründen ſich die Methoden, eigenthümliche Gewichte durch Einſenkung ſchwimmender Körper zu unterſuchen, wovon der Artikel Aräometer handlet.

Man ſieht auch hieraus, daß ſich ein ſchwimmender Körper in leichtere Liquoren tiefer einſenke, als in ſchwere. Daher gehen die Schiffe im ſüſſen Waſſer der Flüße, welches leichter iſt, nicht ſo hoch über Bord, als im ſchwerern Seewaſſer, und können auf dem Meere mehr Ladung, als in den Strömen, einnehmen.

Wenn man die Größe des eingetauchten Theils in Cubikſchuhen ausdrückt, und in das Gewicht eines Cubikſchuhs Waſſer multiplicirt, ſo giebt das Product das Gewicht des Waſſers unter der Größe des eingetauchten Theils, d. i. das Gewicht des ganzen Körpers. Man bedient ſich dieſes Satzes um das Gewicht eines ledigen Schiffes zu beſtimmen, indem man durch Verſuche ausmacht, wie weit es ſich einſenke, und dann mit Hülfe der Grundriſſe und Aufriſſe, nach denen es gebaut iſt, den körperlichen Inhalt des eingetauchten Theiles berechnet. Geſetzt, dieſer betrage 925 pariſer Cubikfuß. Kan man nun das Gewicht eines pariſer Cubikfußes Seewaſſer auf 72 Pfund rechnen, ſo iſt das Gewicht des ledigen Schiffes $= 72 \times 925 = 66600$ Pfund.

Nun wird bey Erbauung des Schifs eine gewiſſe Grenze feſtgeſetzt, bis an welche es ſich ohne Schaden einſenken darf, und nach der ſich die ganze Anordnung deſſelben richtet. Man findet aus den Riſſen, um wieviel ſich das beladne Schif noch tiefer einſenken dürfe, als es ſich ledig einſenkt, und kan daraus den körperlichen Inhalt des Raums finden, der durch die Ladung noch unter Waſſer gedrückt werden darf. Geſetzt, dieſer ſey 1500 Cubikſchuh. So findet man $72 \times 1500 = 108000$ Pfund für das Gewicht der Ladung. Auf dieſe Art wird die Schifsladung gefunden, und nach Laſten und Tonnen ausgedrückt, die Tonne zu 2000 Pfund, die Laſt zu 2 Tonnen gerechnet. Die ſpaniſchen Gallionen, als die ſtärkſten Laſtſchiffe, führen 1200 Tonnen Ladung.

Die Aushöhlung der Körper erleichtert ihr Schwimmen ungemein. Denn der ausgehöhlte Körper hat weit weniger Gewicht, als der maſſive, und treibt demohnerachtet eben ſoviel Waſſer aus der Stelle, wird alſo eben ſo ſtark gehoben, als der maſſive, wofern nur kein Waſſer in die Höhlung treten kan. Man kan durch die Aushöhlung ſogar Körper, die ſchwerer ſind, als Waſſer, z. B. Metalle, zum Schwimmen bringen, wenn man ihnen eine große Höhlung giebt, in die das Waſſer nicht eindringen kan. Bringt man z. B. 30 Pfund Metall in die Form einer hohlen Kugel von 2 Fuß Durchmeſſer, deren körperlicher Inhalt alſo 4,188 Cubikfuß beträgt, ſo wird ſie ganz eingeſenkt, eben ſo viel Cubikfuß Waſſer aus der Stelle treiben, und (wenn man das Gewicht eines Cubikſchuhs Waſſer = 70 Pfund rechnet) mit 70 × 4,188 = 293,16 Pfund Kraft gehoben werden. Da nun ihr eignes Gewicht nur 30 Pfund beträgt, ſo bleiben von dieſer hebenden Kraft noch 263 Pfund übrig, und mit ſoviel Gewicht kan man die Kugel noch belaſten, ehe ſie unterſinkt. Leer ſinkt ſie nur ſo weit ein, bis ſie 30 Pfund Waſſer vertrieben hat, d. i. noch nicht völlig um den 9ten Theil ihres körperlichen Raumes.

Auf dieſen Satz gründet ſich der Gebrauch der kupfernen **Pontons**, wovon **Leupold** (Theatrum pontificiale Leipzig, 1726 fol. Tab. XLVIII. XLIX.) handlet. Ueber dieſe Pontons werden Balken und Breter gelegt, welche **Schifbrücken** zu ſchneller Ueberführung der ſchwerſten Laſtwagen und Kanonen bilden.

Man überſieht leicht, daß das Aushöhlen noch mehr Wirkung thut, wenn die ausgehöhlte Materie ſchon an ſich ſchwimmt, oder leichtartiger, als Waſſer iſt. Ein hölzerner Kloz von 3 Centner Gewicht ſchwimmt ſchon an ſich. Zimmert man aber eine Höhlung von oben heraus, und nimmt dadurch 2 Centner Holz weg, ſo kan man dafür 2 Centner Ladung hineinlegen, ohne daß er ſich tiefer, als im natürlichen Zuſtande, eintaucht. Man kan ihm noch mehr Laſt geben, wenn die Geſtalt ſo eingerichtet iſt, daß er ſich ohne Gefahr, Waſſer zu ſchöpfen, noch tiefer einſenken darf. Hierauf beruht die Theorie der Kähne und Schiffe,

ingleichen der Kamele zu Erhebung verſunkener Schiffe und anderer Laſten, wovon Saverien (Dictionn. de mathem. et de phyſ. Art. *Chameau)* Nachricht giebt.

Das Eindringen des Waſſers in die Höhlung muß bey Kähnen und Schiffen ſorgfältigſt vermieden werden. Soviel Waſſer, als in der Höhlung iſt, geht der Menge des aus der Stelle getriebenen Waſſers ab (weil es ſich wieder in dieſer Stelle befindet), und vermindert alſo die hebende Kraft. Iſt die Höhlung ganz voll Waſſer, ſo treibt der Körper nur ſoviel aus, als das Volumen ſeines maſſiven Theils beträgt, und ſinkt unter, wenn er ſchwerartiger, als das Waſſer, oder zu ſtark belaſtet iſt.

Auch durch **Verbindung mit leichtern Körpern** können ſchwerere zum Schwimmen gebracht werden, wenn beyde zuſammen mehr Waſſer aus der Stelle treiben, als mit der Summe ihrer Gewichte gleich wiegt. So wird ein Menſch, der 161 Pfund wiegt, und mit dem Waſſer gleiche ſpecifiſche Schwere hat, für ſich allein ganz einſinken: wenn er ſich aber mit 8 Pfund Kork verbindet, der viermal leichter, als Waſſer iſt, und alſo 32 Pfund Waſſer aus ſeinem Platze verdrängt, ſo treiben beyde zuſammen $161 + 32 = 193$ Pfund Waſſer aus: die Summe ihrer Gewichte aber iſt nur $161 + 8 = 169$ Pfund; mithin bleiben noch 24 Pfund für die hebende Kraft übrig, mit welcher in dieſem Falle das Ganze aufwärts getrieben wird. Darauf beruhen Methoden, den Menſchen das Schwimmen durch **Kork, aufgeblaſene Blaſen, hohle Körper** u. dgl. zu erleichtern.

Kork iſt hiezu wohl das ſicherſte Mittel, weil hohle mit Luft gefüllte Körper zu Grunde gehen, wenn ſie ein Loch bekommen und das Waſſer eindringt. Dieſer Gebrauch des Korks war ſchon den Alten bekannt, wie die Redensart ſine cortice natare beweiſet. In neuern Zeiten hat Bachſtrohm (L'art de nager. Amſt. 1741. 8. Die Kunſt, zu ſchwimmen. Berlin, 1742. 8.) einen Schnürleib oder Waſſerhemde von Kork, La Chapelle (Beſchreibung eines Schwimmkleids, a. d. frz. Warſchau, 1776. 8.) ein noch bequemeres Schwimmkleid (Scaphander) von Kork vorge-

ſchlagen. Mehrere Vorſchläge, über Waſſer zu kommen, haben Leupold (Theatr. pontificiale. Tab. I—III) und Thevenot (L'art de nager avec des avis de ſe baigner utilement. à Paris, 1781.). Keßlers Waſſerharniſch und Schwimmgürtel iſt Leder mit Luſt aufgeblaſen, Wageneils Waſſerſchild (hydraſpis) ein hohler hölzerner Kaſten.

Die Stellung, welche ſchwimmende Körper im Waſſer annehmen, kömmt auf die beyden Schwerpunkte des ganzen Körpers c Taf. XXI. Fig. 144. und des eingetauchten Theils (oder vielmehr des in dieſem Theile Platz habenden Waſſers) a an. Beyde Schwerpunkte müſſen, wenn der Körper ruhen ſoll, in einerley Verticallinie liegen. Denn man kan ſich vorſtellen, es ſey die Maſſe des ausgetriebenen Waſſers in a beyſammen geweſen. Dieſe ward von dem umgebenden Waſſer erhalten; die mittlere Richtung des Drucks, den das umgebende Waſſer ausübt, geht alſo vertical durch a, welches daher mit c, wo das Gewicht des Körpers beyſammen iſt, in einerley Verticallinie fallen muß, wenn beyde Kräfte im Gleichgewichte ſeyn ſollen.

Der Schwerpunkt des Körpers c wird nach der gewöhnlichen Eigenſchaft der Schwerpunkte die tiefſte Stelle einnehmen, die er den Umſtänden nach erreichen kan, ohne vorher ſteigen zu dürfen. Liegt c unter a, ſo wird ſich der Körper allemal ſo ſtellen, daß c ſo weit als möglich von a entfernt wird: liegt c über a, ſo wird er die Stellung annehmen, in welcher c dem a am nächſten kömmt. So ſchwimmt ein hölzernes Parallelepipedum allemal auf der breitſten Fläche, weil ſich hiebey die beyden Schwerpunkte am nächſten ſtehen; will man machen, daß eine ſchmälere Seite unten ſchwimmt, ſo muß man ſie mit Bley ausgießen, oder ein Gewicht daran hängen, um den Schwerpunkt gegen ſie hinzubringen. Hieraus läſt ſich erklären, warum ein Körper nicht in jeder Stellung ſchwimmen kan. Dieſe ſehr verwickelte Lehre von den Stellungen und der Standhaftigkeit ſchwimmender Körper fieng ſchon Stevin (Traité des Aerobariques in Oeuvr. Vol. II. p. 512.) an zu betrachten. Sie zeigt, wie die Schiffe zu bauen ſind, wenn ſie nicht leicht ſollen umgeworfen werden, und iſt von Daniel

Bernoulli (Comm. Acad. Petropol. To. X. p. 147 ſqq.), Bouguer (Traité du navire. Paris, 1746. 4. p. 249 ſqq.), Euler (Scientia navalis. Petropol. 1749. 4. Vol. I. c. 1—5.), Boſſut (Traité elémentaire d'hydrodynamique. Paris, 1771. II Vol. 8. Vol. I. §. 175 ſqq.) umſtändlicher ausgeführt worden.

Um das Schwimmen der Menſchen zu beurtheilen, haben einige Phyſiker mühſame Verſuche über das eigenthümliche Gewicht des menſchlichen Körpers angeſtellt. Muſſchenbroek (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 1399.) ſetzt es 1,111 oder um $\frac{1}{9}$ größer, als das Gewicht des Waſſers. Wilkenſon (Philoſ. Trans. Vol. LV. p. 103.) muſte einem Menſchen, der 104 Pfund wog, noch 12 Unzen, 5 Drachmen, 2 Scrup. Kork an den Hals befeſtigen, um ihm mit dem Waſſer gleiche ſpecifiſche Schwere zu geben. Dieſer Menſch war alſo nur wenig ſchwerer, als Waſſer. Robertſon (Philoſ. Trans. Vol. L. p. 30.) ließ Leute, die er zuvor gewogen hatte, in ein Parallelepipedum mit Waſſer treten, und maß, wieviel ſich das Waſſer erhob. Er findet verſchiedene Reſultate, aber immer den Menſchen nur ſo ſchwer, meiſt noch leichter, als das Waſſer. Von Menſchen, die ſehr viel leichter, als Waſſer, wären, ſind doch die Beyſpiele ſelten. Karſten (Lehrbegrif der geſammten Mathem. III Theil, Hydroſtatik, §. 31.) führt eine Nachricht des Abt Bartaloni von dem Prieſter Dom Paolo Moccia in Neapel an, der im Meere nicht weiter, als bis mitten an die Bruſt, einſank, und alle möglichen Stellungen im Waſſer annehmen konnte. Man fand ſein Gewicht 300 neapolitaniſche Pfund, und 30 Pfund geringer, als das Gewicht von eben ſoviel Waſſer. Was aber eben daſelbſt, auch nach Bartaloni Nachricht, erwähnt wird, ein gewiſſer Cola Peſce ſey von Neapel bis Capri auf dem Meere ſpatzieren gegangen, iſt Fabel. Dieſer Cola iſt ſchon aus Kirchers Schriften bekannt (Mund. ſubterran. To. I. p. 97. et alibi). Man hatte ihm den Beynamen Peſce wegen ſeiner Geſchicklichkeit im Tauchen und Schwimmen gegeben, und er mag wohl nach Capri geſchwommen, nicht gegangen ſeyn.

Ob nun gleich der menſchliche Körper faſt alles Gewicht im Waſſer verliert, ſo ſchwimmen doch alle Thiere leichter, als der Menſch, bey dem das Schwimmen Kunſt iſt, und erſt erlernt werden muß. Zum Theil kömmt dies wohl daher, weil der Körper eine ihm ungewöhnliche Stellung annehmen muß, wenn der aus dem Waſſer hervorragende Theil gerade der Kopf ſeyn ſoll (ſ. Unterſ. woher es komme, daß die Thiere von Natur ſchwimmen können, da hingegen der Menſch ſolches erſt mit Mühe lernen muß, von Bazin, im Hamburg. Magazin, I B. S. 327.). Auch verſinken und verunglücken gewiß die meiſten Menſchen darum, weil das Schrecken ihnen Kraft und Bewußtſeyn raubt, oder die Erkältung ſie durch Schlagflüße tödtet. Leichen ſchwimmen, weil ſich durch die angehende Fäulniß die Höhlungen des Körpers erweitern, wodurch das Volumen zunimmt.

Bisweilen ſchwimmen auch feſte Körper, wenn ſie gleich ſchwerer ſind, als Waſſer, entweder wegen der ihnen anhängenden Luftbläschen, oder weil ihr Gewicht zu gering iſt, um den Zuſammenhang der Waſſertheile zu trennen, die ſie mit ihrer Fläche berühren. So ſchwimmen Goldblättchen und Nadeln, wenn man ſie behutſam auf die Waſſerfläche legt.

Die Kraft, welche erfordert wird, einen ſonſt ſchwimmenden Körper ganz untergetaucht zu erhalten, iſt gleich dem Gewichte des aus der Stelle getriebnen Waſſers weniger dem Gewichte des Körpers. Und ein Gefäß mit Waſſer, worauf ein Körper ſchwimmt, wird um das Gewicht dieſes Körpers ſchwerer, welches man gewöhnlich ſo ausdrückt, das verlohrne Gewicht des ſchwimmenden Körpers wachſe dem Waſſer zu.

Auch von flüßigen Materien, welche verſchiedene ſpecifiſche Schweren haben, ſchwimmt die leichtere auf der ſchweren, wenn ſie einander nicht auflöſen, z. B. Oel auf Waſſer, Waſſer auf Queckſilber. Man kan mehrere ſolche Materien durch Schütteln untereinander miſchen, wenn ſie aber in Ruhe kommen, ſondern ſie ſich wieder von einander; die leichtere Flüßigkeit ſteigt durch die ſchwerere in die Höhe,

und alle ordnen ſich nach ihren eigenthümlichen Gewichten ſo über einander, daß jede eine wagrechte Oberfläche hat. Wenn man eine mit Waſſer gefüllte Glasröhre, oben mit einer Kugel, mit unterwärts gekehrter Oefnung in rothen Wein einſenkt, ſo zieht ſich das Waſſer nach und nach aus der Kugel und Röhre herab, und der leichtere Wein ſteigt dagegen durch die Röhre in die Kugel hinauf. Man giebt dieſer ſcheinbaren Verwandlung des Waſſers in Wein den Namen des Paſſevin. Vier Flüßigkeiten von verſchiednen Schweren, z. B. Queckſilber, zerfloßnes Weinſteinſalz, Weingeiſt und Bergöl, zuſammen in eine verſchloßne Glasröhre gefüllt, machen das aus, was man ein Elementenglas oder eine Elementarwelt nennt. Dieſe Materien durch einander geſchüttelt, bilden das Chaos: ſobald ſie aber in Ruhe kommen, ſcheiden ſie ſich allmählig, und treten, wie die vier Elemente der Alten, nach ihrer ſpecifiſchen Schwere über einander.

Kästner Anfangsgr. der angew. Math. Gött. 1780. 8. Hydroſtatik, §. 55 u. f.

van Swinden Poſitiones phyſicae, To. II. L. IV. P. II Sect. II. cap. 2. §. 86 ſqq.

Schwingung, Oſcillation, Vibration, Oſcillatio, Vibratio, *Oſcillation*, *Vibration*. Man legt dieſe Namen einer jeden Bewegung bey, welche einen Körper hin und her treibt, oder zwiſchen zwoen Grenzen hin und wieder zurück führt. Gemeiniglich ſind dieſe Bewegungen ſo beſchaffen, daß ſie an ſich ohne Ende fortdauren würden, und nur durch die allgemeinen Hinderniße aller Bewegungen, d. i. durch Reibung und Widerſtand der Mittel geſchwächt und endlich aufgehoben werden. Jede Bewegung dieſer Art heißt eine ſchwingende (motus oſcillatorius, vibratorius, *mouvement d'oſcillation ou de vibration*), und jedes einzelne Hin- und Hergehen eine Schwingung.

Beyſpiele ſchwingender Bewegungen geben die Pendel, die Zunge des Wagbalkens, die ſich ins Gleichgewicht ſtellt, die Oberflächen flüßiger Körper, die in Gefäßen bewegt werden, geſpannte Saiten und überhaupt alle ſchallende

Körper, die Bewegung der Luft bey Fortpflanzung des Schalles, ſ. **Pendel**, **Wagbalken**, **Röhren, communicirende**, **Elaſticität**, **Schall.**

Im Allgemeinen entſtehen alle ſchwingende Bewegungen dadurch, daß ein Körper, der an einem gewiſſen Orte in Ruhe und Gleichgewicht ſeyn würde, aus einem andern Orte durch Bewegung in jenen geführt wird. Denn, wenn er nun an jenem Orte des Gleichgewichts ankömmt, und eigentlich ruhen ſollte, ſo führt ihn die mitgetheilte Bewegung, die er wegen der Trägheit beybehält, weiter über dieſen Ort hinaus, bis die Kräfte, die ihn treiben, jene mitgetheilte Bewegung aufgehoben haben, und ihn von dieſer Grenze an wieder zum Orte des Gleichgewichts zurückführen. Hier wiederfährt ihm eben das wieder, und ſo ſollte es ohne Ende fortgehen, wenn nicht Reiben und Widerſtand die mitgetheilte Bewegung bey jeder Schwingung ſchwächten, wodurch die Ausſchweifungen über den Ort des Gleichgewichts immer geringer werden, ſo daß der Körper endlich in dieſem Orte ſelbſt zur Ruhe gelangt.

Schwingungspunkt, ſ. **Mittelpunkt des Schwunges.**

Schwung, Oſcillatio ſ. Vibratio penduli, *Oſcillation ou Vibration d'un pendule.* So nennt man in der höhern Mechanik das Hin- und Hergehen des Pendels. Ein Hingang durch MAN (Taf. XVIII. Fig. 75.), und ein Rückgang durch NAM zuſammen heiſſen ein **Schwung**, ein **ganzer Schwung** (Oſcillatio compoſita); der Hingang durch MAN, oder der Rückgang durch NAM allein, iſt alſo eigentlich ein **halber Schwung** (Oſcillatio ſimplex). Aber dieſer Unterſchied der Benennungen wird von den Schriftſtellern nicht überall genau beobachtet, und ſelbſt **Huygens** verſteht unter ſeinen Oſcillationen blos halbe oder einfache Schwünge, ohne das Beywort ſimplex hinzuzuſetzen. Sehr oft muß man nur aus dem Zuſammenhange errathen, ob von halben oder ganzen Schwüngen die Rede ſey, und mehrentheils werden, wie beym Secundenpendel, nur einfache oder halbe Schwünge verſtanden, ſ. **Pendel.**

Ein Pendel kan durch hinzukommende Kräfte in ſo ſtarke Schwungbewegung verſetzt werden, daß die Bogen, die es beſchreibt, nicht nur völlige Halbkreiſe werden, ſondern auch noch mehr betragen, und das Pendel ſogar bis zur lothrechten Stellung über den Aufhängungspunkt gehoben wird. In dieſem Falle kan es nicht wieder zurückgehen, ſondern muß in der andern Helfte des Kreiſes niederfallen, wofern die Stange unbiegſam, oder die Kraft ſtark genug iſt, den Faden hinlänglich zu ſpannen. Es beſchreibt alsdann einen ganzen verticalen Kreis oder mehrere Kreiſe, wenn die treibende Kraft ſtark genug oder fortdaurend iſt. So kan man einen Stein an einem Faden oder in der Schleuder in verticalen, auch in ſchiefen Kreiſen, oder ſo bewegen, daß der Faden eine Kegelfläche beſchreibt. Solchen Bewegungen giebt man im gemeinen Leben auch den Namen des **Schwingens** oder **Schwungs**, obgleich der Körper nicht hin und her geht, ſondern ununterbrochen in der Peripherie eines Kreiſes umläuft. Man findet von dieſen Bewegungen etwas bey dem Worte **Schwungkraft**.

Dies hat auch Veranlaſſung gegeben, dem Widerſtreben bewegter Körper gegen die Krümmung ihres Weges, welches ſich bey allen Centralbewegungen äuſſert, und als eine nach der Richtung der Normallinie wirkende Kraft betrachtet wird, den Namen der **Schwungkraft** beyzulegen, ſ. **Centralkräfte, Schwungkraft**. Ich habe an einer andern Stelle (Th. I. S. 488 u. f.) einige Betrachtungen über dieſe Kraft angeſtellt, und Gründe angeführt, ſie von andern Kräften zu unterſcheiden, wobey man ihr den Namen des **Schwungs um gewiſſe Punkte** geben könnte.

Schwungbewegung, ſ. **Pendel**.

Schwungkraft, Centrifugalkraft, Fliehkraft,

Vis centrifuga, *Force centrifuge*. Man giebt dieſen Namen dem Beſtreben, mit welchem ſich bey Centralbewegungen der bewegte Körper vom Mittelpunkte des Krümmungskreiſes, oder überhaupt von den in der Normallinie liegenden Punkten, zu entfernen ſucht. Dieſes Beſtreben rührt von der dem Körper mitgetheilten Bewegung her, die er

wegen ſeiner Trägheit geradlinigt fortzuſetzen ſtrebt, daher alle Augenblicke eine Kraft nöthig iſt, die ſeinen Weg aufs neue krümmt. Dieſe Kraft wird auf die Krümmung des Weges verwendet, und äuſſert weiter keine Wirkung. Da ſie einen Theil der Centripetalkraft ausmacht, und alſo von dieſer etwas verlohren geht, ſo ſtellt man ſich vor, es werde durch eine gleiche entgegengeſetzte Kraft aufgehoben, und dieſe letztere iſt eigentlich das, was man **Schwungkraft** nennt. Ich kan mich hierüber ganz auf dasjenige beziehen, was beym Worte **Centralkräfte** (Th. I. S. 488 u. f.) umſtändlich davon geſagt iſt.

Dort iſt auch erwieſen, daß die Schwungkraft durch $\frac{c^2}{2ga}$ ausgedrückt wird, wenn c die Geſchwindigkeit des Körpers, g den Fallraum ſchwerer Körper in einer Secunde, a des Körpers Abſtand vom Mittelpunkte des Krümmungskreiſes bedeutet, und wenn die Schwere, welche in 1 Sec. Zeit durch den Raum g treibt, = 1 geſetzt wird. Hier habe ich nur noch einige Reſultate beyzubringen, welche ſich aus dieſem Satze, in Abſicht auf die an den Erdkörpern zu bemerkenden Schwungkräfte, herleiten laſſen.

Durch die tägliche Umdrehung der Erde wird jeder Körper auf ihrer Oberfläche aller 24 Stunden in einem dem Aequator parallelen Kreiſe umgetrieben, ſ. **Parallelkreiſe**. So beſchreibt der Ort L, Taf. XXI. Fig. 145, täglich den Kreis vom Durchmeſſer EL, deſſen Mittelpunkt in D liegt, da der Aequator AQ ſeinen Mittelpunkt in C, dem Mittelpunkte der Erde ſelbſt, hat. Aus dieſer Umdrehung entſteht für jeden Ort, wie L, ein Schwung, der den Punkt L mit einer Kraft $= \frac{c^2}{2g \cdot DL}$ vom Mittelpunkte des Kreiſes D zu entfernen, und nach LN zu treiben ſtrebt. Weil die Geſchwindigkeit c durch den Raum ausgedrückt wird, den der Ort L in einer Secunde Zeit zurücklegt, wenn in einem Sterntage oder in 86164 Secunden Sonnenzeit der Kreis $EL = 2\pi . DL$ zurückgelegt wird, ſo hat man $c = \frac{2\pi . DL}{86164}$,

und wenn die Zahl 86164 = n geſetzt wird, $c = \frac{2\pi . DL}{n}$, mithin

$$\text{Schwung nach } LN = \frac{2\pi^2 . DL}{n^2 g.}$$

Dieſer Schwung läſt ſich rechtwinklicht in die zween Theile LM und MN zerlegen, wovon nur der erſte der nach LC wirkenden Schwere entgegengeſetzt iſt. Dieſer Theil LM verhält ſich zum ganzen LN (wegen der ähnlichen Dreyecke LMN und LDC) wie DL : CL. Mithin iſt

$$\text{Schwung nach } LM = \frac{2\pi^2 . DL^2}{n^2 g . CL}.$$

Weil π, n, g und CL für alle Orte L einerley bleiben, ſo verhalten ſich die der Schwere entgegengeſetzten Schwungkräften an verſchiedenen Orten, wie DL^2, d. i. weil DL den Coſinus des Bogens QL, oder der geographiſchen Breite des Orts L vorſtellt, wie die **Quadrate der Coſinus der Breiten.**

Hieraus läſt ſich die Größe der Schwungkraft unter dem Aequator der Erde, oder in Q, auf folgende Art beſtimmen. Weil ſich für Orte, die im Aequator liegen, DL in CQ = CL ſelbſt verwandlet, ſo iſt hier der Schwung = $\frac{2\pi^2 . CL}{n^2 g}$.

Nach Picards Beſtimmung iſt der Halbmeſſer der Erdkugel CL = 19615800 pariſer Schuh, ſ. **Erdkugel;** g nach Verſuchen, die in Paris angeſtellt ſind, = 15,0957 par. Schuh, ſ. **Fall der Körper;** n = 86164 (die Zahl der Secunden des Sterntags in mittlerer Sonnenzeit, ſ. **Sonnenzeit**); und π die bekannte ludolfiſche Reihe. Daraus findet ſich mittelſt der Logarithmen

log. 2 =	0,3010300	2. log. n =	9,8706518
2. log. π =	0,9942998	log. g =	1,1788533
log. CL =	7,2926061	log. n^2 g =	11,0495051
log. $2\pi^2$. CL =	8,5879359		
log. n^2 g =	11,0495051		
—	2,1615692		

welcher negative Logarithme dem Bruche $\frac{1}{289,45}$ zugehört. Dieſer Rechnung zufolge iſt die Schwungkraft unter dem Aequator der Erde dem 289ſten Theile der Schwere zu Paris gleich.

Eben ſo groß fand ſie ſchon Huygens, der erſte Erfinder dieſer Lehren (De vi centrifuga und De cauſa gravitatis in Opp. To. I.). Er gründete ſchon hierauf eine Berechnung über die Applattung der Erde, wobey er jedoch die verſchiedene Größe der Schwere in verſchiedenen Entfernungen vom Mittelpunkte nicht in Betrachtung gezogen hatte. Wenn man nemlich Taf. XXI. Fig. 140. annimmt, die beyden Säulen PC und AC beſtünden aus Materien von gleicher Dichte, deren Schwere in PC (unter dem Pole, wo keine Umdrehung iſt) unverändert bliebe, in AC aber an jeder Stelle im Verhältniße des Halbmeſſers der Umdrehung um C vermindert würde, ſo werden dieſe Verminderungen in A $\frac{1}{289}$, auf der Mitte bey G die Helfte hievon oder $\frac{1}{578}$, bey C hingegen Nichts mehr betragen, und die Verminderung, welche die Summe, oder das ganze Gewicht der Materie in AC leidet, wird ſich im Durchſchnitt auf den 578ſten Theil der Schwere ſetzen laſſen. Da ſich nun bey gleichwiegenden Säulen flüßiger Materien die Höhen umgekehrt, wie die ſpecifiſchen Schweren, verhalten müſſen, ſo wird CP um $\frac{1}{578}$ kleiner, als CA ſeyn, oder die Abplattung wird $\frac{1}{578}$ betragen müſſen, wenn ein Gleichgewicht ſtatt finden ſoll, ſ. Erdkugel.

Huygens zeigt ferner, wenn die Umdrehung der Erde 17mal geſchwinder erfolgte, mithin die Schwungkraft 289 mal ſtärker würde, ſo würde dies die Schwere unter dem Aequator ganz aufheben, und die Erde würde dadurch die gröſte mögliche Abplattung erhalten, wobey der Durchmeſſer des Aequators doppelt ſo groß, als die Axe, ſeyn würde. Eine noch ſchnellere Umdrehung der Erde würde den Theilen im Aequator mehr Schwung geben, als die Schwere zu überwinden vermöchte; ſie würden ſich alſo gänzlich zerſtreuen und von der Erde hinwegfliegen, wie Staub und Drehſpäne von einem auf der Drehbank rotirten Körper ab-

fliegen. Mit Weisheit hat alſo der Schöpfer dieſen Grad der Umdrehung gewählt, deſſen Wirkung nur ſo weit geht, daß ein Gewicht von 289 Pfund, aus dem Pole in den Aequator gebracht, nur um 1 Pfund leichter wird.

Newton (Princip. L. III. prop. 19.), der die Berechnung hierüber auf eine andere Art führt, giebt die Schwungkraft unter dem Aequator zur Schwere, in der erſten Ausgabe, wie 1 zu $290\frac{4}{5}$; in den neuern, wo er ſie mit der Schwere in der Breite von Paris vergleicht, wie 7,54064 zu 2177,267 oder, wie 1 zu 289 an; die Commentatoren ſetzen ſie bey genauerer Betrachtung der elliptiſchen Geſtalt, wie 1 zu 287,86. **Maupertuis** (Sur la figure des aſtres) und **Kraft** (Comm. Acad. Petropol. To. VIII. p. 233 ſqq.) finden nach andern Berechnungsarten auch 1 zu 289, ſo wie **Hermann** (Phoronom. p. 367 ſqq.), dem ich oben bis auf eine Kleinigkeit gefolgt bin, weil ſeine Methode am beſten zu der Formel für die Schwungkraft paſſet, die ich im Artikel **Centralkräfte** erwieſen habe, und hier brauchen muſte.

Um zu erfahren, wieviel der Schwung an andern Orten der Erde von der Schwere hinwegnimmt, darf man nur den Bruch $\frac{1}{289}$ mit dem Quadrate des Coſinus der geographiſchen Breite des Orts multipliciren. Unter einer Breite von 60°, deren Coſinus $= \frac{1}{2}$ iſt, wird dies nur $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{289}$ oder den 1156ſten Theil betragen. Für die Breite von Paris 48° 15′ 10″ findet man den 668ſten Theil.

Bey den krummlinigten Bewegungen, welche auf der Erde durch allerley Kräfte hervorgebracht werden, z. B. beym Schwingen der Pendel, dem Würfe, dem Schleudern im Kreiſe u. ſ. w., verbindet ſich der daraus entſtehende Schwung mit der Schwere auf ſehr verſchiedene Weiſe. Wenn Körper auf einem glatten wagrechten Boden liegen, der ihr ganzes Gewicht trägt, ſo kan man die Schwere ganz aus der Betrachtung laſſen. Werden die Körper alsdann im Kreiſe geſchwungen, ſo folgen ſie den beym Worte **Centralbewegung** (Th. I. S. 482.) angeführten Geſetzen, in ſo fern es die Reibung und der Widerſtand der Luft nicht hindert. Schwingt man aber einen ſchweren Körper am Faden in

freyer Luft, ſo zieht ihn die Schwere nieder, und veranlaßt dadurch, daß der Faden die Oberfläche eines Kegels beſchreibt, wie CAB Taf. XXI. Fig. 146.

Solche koniſche Schwünge (motus turbinatorios) hat ſchon Huygens betrachtet, und man hat Uhren, deren Perpendikel ſich auf dieſe Art bewegen.

Die Schwere nach BM treibt den Körper B ſo lange herab, bis die aus der Geſchwindigkeit c entſtehende Schwungkraft nach BN, mit ihr eine mittlere Richtung nach BO hervorbringt, die der Richtung des Fadens CB geradlinigt entgegen iſt. Bis dahin wird der Winkel C immer kleiner, und der Kreis AB enger: iſt aber dieſe Richtung erreicht, ſo hebt die Spannung des Fadens Schwung und Schwere zugleich auf, und der Körper ſetzt nun ſeine Kreisbewegung um D unverändert fort. Für dieſen Fall iſt, die Schwere BM = 1 geſetzt, BN = MO = $\frac{c^2}{2g \cdot BD}$, und

$$MO : BM = BD : CD$$

$$\frac{c^2}{2g \cdot BD} : 1 = BD : CD$$

Mithin $BD^2 = \frac{c^2}{2g} \cdot CD$; und $c = BD \cdot \sqrt{\frac{2g}{CD}}$. Die Zeit, in welcher der Kreis AB durchlaufen wird, iſt nach den Geſetzen (Theil I. S. 483.) = $\frac{2\pi \cdot BD}{c}$ $= \pi \cdot \sqrt{\frac{2CD}{g}}$ Secunden; völlig gleich mit der Zeit, in welcher ein Pendel von der Länge CD einen unendlich kleinen ganzen Schwung verrichtet, ſ. Pendel (oben S. 419). Daher verhalten ſich auch die Umlaufszeiten koniſcher Schwingungen, wie die Quadratwurzeln aus den Höhen der Kegel.

Bringt man, ſtatt der Höhe des Kegels CD, den Winkel k und die Länge des Fadens CB = l in die Formel, ſo wird CD = l . coſk, und

$$\text{Umlaufszeit} = \pi \sqrt{\frac{2l \,.\, \mathrm{cos}k}{g}} \text{ Sec.}$$

Daher verhalten ſich, für einerley Winkel k, die Umlaufszeiten, wie die Quadratwurzeln aus der Länge des Fadens l: und für gleich lange Faden die Umlaufszeiten, wie die Quadratwurzeln aus den Coſinuſſen der Winkel k.

Wird der Winkel k ſehr klein, alſo ſein Coſinus nahe = 1, ſo verwandelt ſich die Umlaufszeit in diejenige, in welcher ein Pendel von der Länge l ſeinen kleinſten ganzen Schwung verrichtet, wie auch ſchon daraus klar iſt, weil für dieſen Fall die Höhe des Kegels CD der Länge des Fadens CB beynahe gleich kömmt.

Endlich iſt die Kraft, womit der Faden geſpannt wird, BO, (wenn BM = 1) = $\frac{CB}{CD}$, oder ſie verhält ſich zur Schwere, wie die Länge des Fadens zur Höhe des Kegels. Iſt k = 60°, alſo CB = 2 CD, ſo iſt die Spannung = 2, der doppelten Schwere gleich, u. ſ. w. Auch dieſe Schwungbewegungen werden durch Reiben und Widerſtand der Mittel immer mehr vermindert, die Geſchwindigkeit wird geringer und der Winkel k kleiner, bis endlich der ſchwingende Körper in der Verticallinie CD in Ruhe kömmt. In den Uhrwerken aber erhalten ſolche Pendel durch die Maſchine ſelbſt immer neue Geſchwindigkeit, welche dieſes Abnehmen ihrer Bewegung verhütet.

Wenn endlich ein Körper in einem verticalen Kreiſe vom Halbmeſſer r geſchwungen wird, ſo muß ſeine Schwere in der untern Helfte des Kreiſes die Schwungkraft oder Spannung des Fadens vermehren, in der obern Helfte vermindern. Um die Theorie hievon zu überſehen, gehe man auf das zurück, was beym Worte Fall der Körper (Th. II. S. 125. u. f.) vom Falle auf vorgeſchriebenen Wegen geſagt worden iſt, verglichen mit Taf. VIII. Fig. 13. Hier

iſt die Schwere = 1, welche den Körper nach MF treibt, in die Kräfte MN und NF zerlegt, wovon die erſte MN eine Normalkraft iſt, und gegen die Unterlage, oder im gegenwärtigen Falle auf die Spannung des Fadens wirkt, und alſo der ſchon vorhandnen Schwungkraft noch einen Zuſatz giebt. Dieſe Kraft verhält ſich zur Schwere, oder zu 1, wie MN : MF, d. i. (wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke NFM und pMm) wie pm : Mm, oder wie dy : ds. Ihre Größe iſt alſo $= \frac{dy}{ds}$; mithin die ganze Spannung des Fadens OM bey der Geſchwindigkeit v = $\frac{v^2}{2gr} + \frac{dy}{ds}$. Nun wird, wenn die Curve ein Kreis und der Bogen AMB ein Quadrant deſſelben iſt, nach bekannten Sätzen der höhern Geometrie dy : ds = x : r, daher

$$\text{Schwungkraft in M} = \frac{v^2}{2gr} + \frac{x}{r} = \frac{v^2 + 2gx}{2gr},$$

wo in der obern Helfte des Kreiſes die x negative Werthe erhalten.

Soll man aber v beſtimmen können, ſo muß die Geſchwindigkeit für irgend eine Stelle des Weges gegeben ſeyn. Sie ſey für die Stelle A, oder für den Anfang der Abſciſſen x, gegeben, und heiſſe daſelbſt = c. Es muß alſo die Formel für v (Th. II. S. 126) oder

$$2vdv = 4gdx$$

ſo integrirt werden, daß für x = 0; v = c wird. Man findet daraus

$$v^2 = c^2 + 4gx$$

$$\text{und } \frac{v^2}{2gr} = \frac{c^2}{2gr} + \frac{2x}{r}$$

$$\text{alſo Schwungkraft in M} = \frac{c^2}{2gr} + \frac{3x}{r} = \frac{c^2 + 6gx}{2gr}.$$

Läßt man ein Pendel, das um 90° bis A erhoben worden iſt, in A blos aus der Ruhe fallen, daß alſo c = 0 iſt, ſo wird die Spannung des Fadens an jeder Stelle = $\frac{3x}{r}$

ſeyn, und im unterſten Punkte B, wo $x = r$ iſt, $= 3$ oder dreymal ſo groß, als die Schwere werden. Durch dieſen Fall aus der Ruhe aber kann niemals mehr, als der untere Halbkreis, beſchrieben werden, weil das Pendel wieder umkehrt, wenn es jenſeits B ſo hoch geſtiegen iſt, als es dieſſeits gefallen war.

Soll es alſo mehr, als den Halbkreis, beſchreiben, ſo wird man ihm da, wo die Bewegung anfängt, z. B. in A noch einen Stoß geben müſſen, durch den es auf einmal die Geſchwindigkeit c erhält. Nun wird es jenſeits B über den Halbkreis ſo weit hinausgehen, bis die negativen x ſo groß werden, daß die Spannung des Fadens verſchwindet, oder bis $c^2 = 6gx$, d. i. bis $x = \frac{c^2}{6g}$ iſt. An dieſer Stelle hört die Spannung des Fadens auf, der Körper verläßt den vorgeſchriebnen Weg, und fällt durch die Schwere entweder in gerader Linie, oder wieder im Bogen um O zurück, je nachdem OM ein biegſamer Faden, oder ein unbiegſames Stäbgen iſt.

Soll aber der Körper einen ganzen Kreis beſchreiben, ſo daß im höchſten Punkte $x = -r$ wird, ſo muß für die in A mitgetheilte Geſchwindigkeit wenigſtens $\frac{c^2}{6g} = r$ oder $c^2 = 6gr$ ſeyn. Iſt nun c genau ſo groß, ſo wird die ſpannende Kraft in der höchſten Stelle des Kreiſes $\left(\frac{c^2 - 6gr}{2gr}\right)$ gerade verſchwinden; aber die Geſchwindigkeit, die der Körper in dieſem Punkte noch hat, und deren Quadrat $= 6gr - 4gr = 2gr$ iſt, wird ihn im Bogen um O fortführen, wodurch x wieder abnimmt, und eine neue Spannung des Fadens entſteht. An der tiefſten Stelle des Kreiſes wird die ſpannende Kraft $\left(\frac{c^2 + 6gr}{2gr}\right) = 6$, oder ſechsmal ſo groß, als die Schwere, ſeyn, das Quadrat der Geſchwindigkeit aber wird $6gr + 4gr = 10gr$ betragen. Für dieſen Fall alſo, wo die Geſchwindigkeit

gerade zureicht, den Körper im völligen Kreiſe herum zu treiben, verhalten ſich in der höchſten und tiefſten Stelle des Kreiſes die Quadrate der Geſchwindigkeiten, wie 1 zu 5, und die Geſchwindigkeiten ſelbſt, wie 1 : $\sqrt{5}$.

Ex. Ein Stein, an einem Faden von $1\frac{1}{9}$ Fuß Länge vertical geſchwungen, muß, wenn er einen völligen Kreis beſchreiben ſoll, da wo er ſenkrecht niedergeht, eine Geſchwindigkeit haben, deren Quadrat $= 6 . 15 . 1\frac{1}{9} = 100$ Quadratfuß iſt, oder, die ihn in einer Secunde 10 Schuh weit führt. Er ſpannt alsdann den Faden im Anfange des Falls mit der Kraft $= 3$, im tiefſten Punkte mit der Kraft $= 6$, und im höchſten Punkte gar nicht. Seine Geſchwindigkeit im tiefſten Punkte iſt $= \frac{10}{3} \sqrt{15}$, im höchſten $= \frac{10}{3} \sqrt{3}$, u. ſ. w.

Wird bey dem Schwunge im Kreiſe die Geſchwindigkeit noch mehr verſtärkt, als zur Vollendung des Kreiſes gerade nöthig iſt, ſo findet überall, ſelbſt noch im höchſten Punkte, mehr Schwungkraft ſtatt, als Schwere da iſt. Alsdann fallen die Körper nicht herab, wenn ſie gleich oben ohne Unterſtützung ſind. So ſetzt man Gläſer, mit Liquoren gefüllt, in eine Schleuder oder einen Reif, und ſchwingt ſie in lothrechten Kreiſen, wo ſie oben in umgekehrte Stellung kommen, ohne daß ein Tropfen von dem Liquor herausfällt.

Bey dieſen Betrachtungen iſt die Schwungkraft als beſchleunigende Kraft angeſehen, und mit der Schwere $=1$ verglichen worden. Will man ſie als bewegende Kraft betrachten, ſo muß ſie noch in die Maſſe des Körpers multiplicirt, oder, was eben ſo viel iſt, mit ſeinem Gewichte verglichen werden. Dabey bleiben alle angeführte Ausdrücke die vorigen. So iſt die Schwungkraft unter dem Aequator ſo ſtark, daß ſie einem Körper, der in Paris 289 Pfund wiegt, 1 pariſer Pfund von ſeinem Gewichte benimmt; ein Stein der 1 Pfund wiegt, wird, im Kegel von 120° Winkel geſchwungen, den Faden mit 2 Pfund Kraft, und im verticalen Kreiſe geſchwungen, die Schleu-

der unten mit 7 Pfund Kraft, an den Seiten mit 3 Pfund Kraft u. ſ. w. ſpannen.

Newtoni Philoſ. natural. principia mathemat. L. I. prop. 4. Coroll. 3. L. III. Prop. 19.

Jac. Hermanni Phoronomia, ſ. de viribus et motibus corporum ſolid. et fluid. Amſt. 1716. 4. L. II. Prop. 82. Schol.

Käſtner Anfangsgr. der höhern Mechanik. Götting. 1766. 8. S. 184. u. f.

Secunde, ſ. Sternzeit, Sonnenzeit.

Secundenpendel, ſ. Pendel.

Sedativſalz, Boraxſäure, Sal ſedativum *Hombergii*, Acidum boracis, *Sal ſédatif.* Ein eignes ſaures Salz, das mit dem mineraliſchen Alkali den Borax ausmacht, ſ. Borax, und aus demſelben durch die ſtärkern mineraliſchen Säuren abgeſchieden werden kann. Es ſchießt in glänzenden weich anzufühlenden Schuppen an, hat einen ſehr ſchwachen ſäuerlichen Geſchmack, und röthet die Lakmustinktur.

Becher ſcheint es ſchon gekannt zu haben. Homberg aber (Mém. de Paris 1702. p. 33. und in Crells chem. Archiv B. II. S. 265.), der es aus Vitriol und Borax erhielt, ſchrieb es dem Vitriole zu, und nannte es daher Sal volatile vitrioli narcoticum. Stahl (Von den Salzen, Halle, 1723. 8. S. 23.) wuſte ſchon, daß es nicht von der Vitriolſäure herrühre, und auch durch Salpeter- und Salzſäure aus dem Borax erhalten werde, welches aber erſt Lemery (Exp. ſur le borax in den Mém. de Paris 1728. 1729.) deutlich darthat. Geoffroy (Mém. de Paris 1732.) machte leichte Methoden bekannt, dieſes ſaure Salz aus dem Borax ohne Sublimation zu ſcheiden, und bewieß, daß das mineraliſche Laugenſalz den zweyten Beſtandtheil des letztern ausmache; endlich zeigte Baron (Mém. preſentés To. I. et II.) 1745 und 1748, daß man es auch durch Pflanzenſäuren abſcheiden könne, und daß es nicht erſt durch die Anwendung der Säuren entſtehe.

Dieſes Salz erſcheint immer in feſter Geſtalt, doch iſt das ſublimirte etwas lockerer, flockigt und geſtreift. Sein eigenthümliches Gewicht iſt faſt 1½mal ſo groß, als das des Waſſers. Es löſet ſich im kalten Waſſer etwas ſchwer auf, und erfordert bey 50 Grad nach Fahrenheit, 20 Theile, beym Siedpunkte aber nur 2,211 Theile Waſſer, daher es ſich leicht durch Abkühlen kryſtalliſiren läſt. Es iſt an ſich feuerbeſtändig, folgt aber wegen ſeiner Leichtigkeit dem übergehenden Waſſer in Geſtalt von Flocken nach, daher es ſich gewiſſermaſſen auf eine mechaniſche Art ſublimiren läſt. Es ſchmelzt in gelinder Hitze, und verliert dadurch ſein Kryſtalliſationswaſſer, welches faſt die Helfte ſeines Gewichts austrägt. In der Hitze löſet es die Erden und Steine ſtark auf, und bildet mit ihnen glasähnliche Maſſen.

Von den Säuren leidet es keine Veränderung: mit den milden Laugenſalzen und Erden aber brauſet die Auflöſung deſſelben in der Hitze, und giebt eigne Neutral- und Mittelſalze, welche den allgemeinen Namen der Boraxe führen. Der gewöhnliche Borax, den es mit dem Mineralalkali bildet, iſt noch nicht ganz damit geſättiget, daher rühren ſeine alkaliſchen Eigenſchaften. Er nimmt auch noch mehr Sedativſalz bis zur Sättigung in ſich.

Die Meinungen der Chymiſten über dieſes Salz ſind ungemein verſchieden geweſen. Man hielt den Borax für ein Kunſtprodukt, und glaubte daher auch, das Sedativſalz laſſe ſich aus andern Stoffen zuſammenſetzen. **Pott** hielt es für eine Miſchung von phlogiſtiſirter Erde und Vitriolſäure, **Model** für ein Neutralſalz aus Vitriolſäure und einem eignen unſchmelzbaren Alkali. **Melzer** (Diſſ. de borace. Regiomont. 1728. 4.), **Cartheuſer**, **Bourdelin** und **Cadet** ſuchten Salzſäure, letzterer auch noch Kupfer und verglasbare Erde darinn. **Baume** (Erl. Experimentalchemie Th. II. S. 156 und 175.) glaubte, aus einem 1½ Jahre alten Teige von Thon, Fett und Waſſer ein Sedativſalz ausgelaugt zu haben, aber **Storrs** (Diſſ. de ſale ſedativo Homb. Tubing. 1778. 4.) und **Wieglebs** Ver-

ſuche (in Crells chem. Journal Th. IV. S. 44.) haben dies nicht beſtätiget. Exſchaquet und Struve (in Crells Auswahl eigenthümlicher Abhandlungen aus den neuſten Entdeckungen, B. IV. S. 155.) haben dieſes Salz zu zerlegen geſucht, und einige Aehnlichkeiten deſſelben mit der Phosphorſäure gefunden.

Herr Höfer in Florenz (aus Cölln am Rhein gebürtig) hat in Toſcana im Waſſer des Lagone Cerchiajo und Caſtel nuovo ein wahres natürliches Sedativſalz entdeckt (Memoria ſopra il ſale ſedativo naturale della Toſcana in Firenze, 1778. 8. überſetzt von Herrmann, Wien, 1781. 8. auch in den leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte, I. B. 6 St. S. 706. u. f.), auch hat Maſcagni an den Ufern der genannten Seen trokner Sedativſalz gefunden. Ueberdies weiß man jetzt, daß der Borax ein natürlicher Körper und kein Kunſtproduct ſey (Vom Pounxa oder natürlichen Borax, v. Grill Abrahamſon und Engſtröm in Schwed. Abhandl., der deutſchen Ueberſetz. B. XXXIV. S. 317. u. f. und in Crells neuſten Entd. Th. I. S. 84. u. f.). Es iſt alſo am wahrſcheinlichſten, das Sedativſalz des Borax für eine eigne natürliche Säure des Mineralreichs zu halten.

Homberg, ſein Erfinder, glaubte darinn ein beruhigendes, krampfſtillendes und ſogar einſchläferndes Heilmittel zu finden, wovon es auch ſeinen Namen bekommen hat. Inzwiſchen iſt dieſe beruhigende Kraft, ſo lang man es auch als Arzneymittel gebraucht hat, noch nicht ſattſam erwieſen.

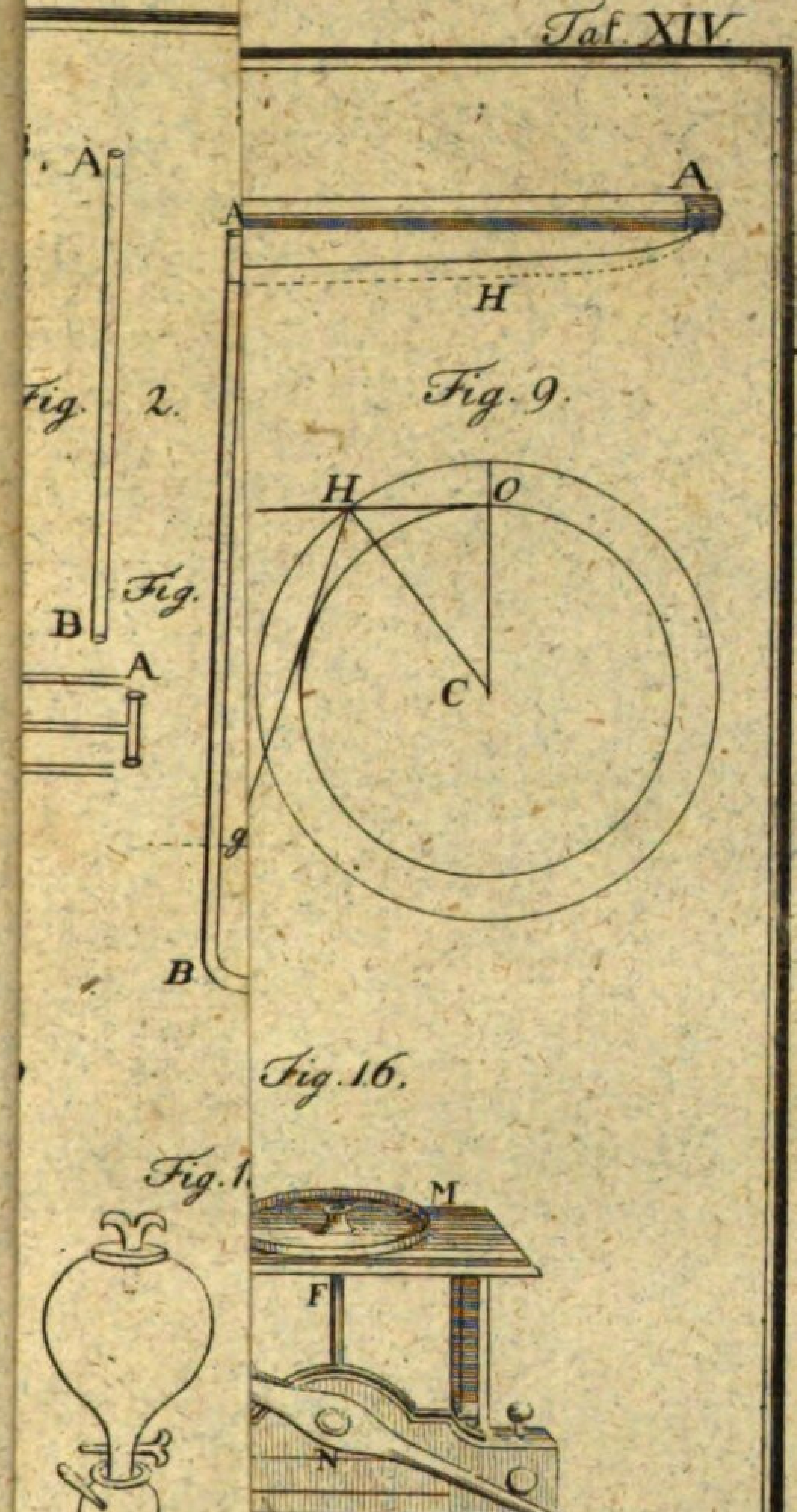
Macquer chymiſches Wörterbuch, durch Leonhardi. Art Salze.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der Chemie. Erſter Theil, §. 1036. u. f.

Ende des dritten Theils.

Bayerische Staatsbibliothek München

Taf. XIV.



ſuche (in Crells chem. Journal Th. IV. S. 44.) haben dies nicht beſtätiget. Exſchaquet und Struve (in Crells Auswahl eigenthümlicher Abhandlungen aus den neuſten Entdeckungen, B. IV. S. 155.) haben dieſes Salz zu zerlegen geſucht, und einige Aehnlichkeiten deſſelben mit der Phosphorſäure gefunden.

Herr Höfer in Florenz (aus Cölln am Rhein gebürtig) hat in Toſcana im Waſſer des Lagone Cerchiajo und Caſtel nuovo ein wahres natürliches Sedativſolz entdeckt (Memoria ſopra il ſale ſedativo naturale della Toſcana in Firenze, 1778. 8. überſetzt von Herrmann, Wien, 1781. 8. auch in den leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte, I. B. 6 St. S. 706. u. f.), auch hat Maſcagni an den Ufern der genannten Seen trokues Sedativſalz gefunden. Ueberdies weiß man jetzt, daß der Borax ein natürlicher Körper und kein Kunſtproduct ſey (Vom Pounxa oder natürlichen Borax, v. Grill Abrahamſon und Engſtröm in Schwed. Abhandl., der deutſchen Ueberſetz. B. XXXIV. S. 317. u. f. und in Crells neuſten Entd. Th. I. S. 84. u. f.). Es iſt alſo am wahrſcheinlichſten, das Sedativſalz des Borax für eine eigne natürliche Säure des Mineralreichs zu halten.

Homberg, ſein Erfinder, glaubte darinn ein beruhigendes, krampfſtillendes und ſogar einſchläferndes Heilmittel zu finden, wovon es auch ſeinen Namen bekommen hat. Inzwiſchen iſt dieſe beruhigende Kraft, ſo lang man es auch als Arzneymittel gebraucht hat, noch nicht ſattſam erwieſen.

Macquer chymiſches Wörterbuch, durch Leonhardi. Art Salze.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der Chemie. Erſter Theil, §. 1036. u. f.

Ende des dritten Theils.

Bayerische Staatsbibliothek München

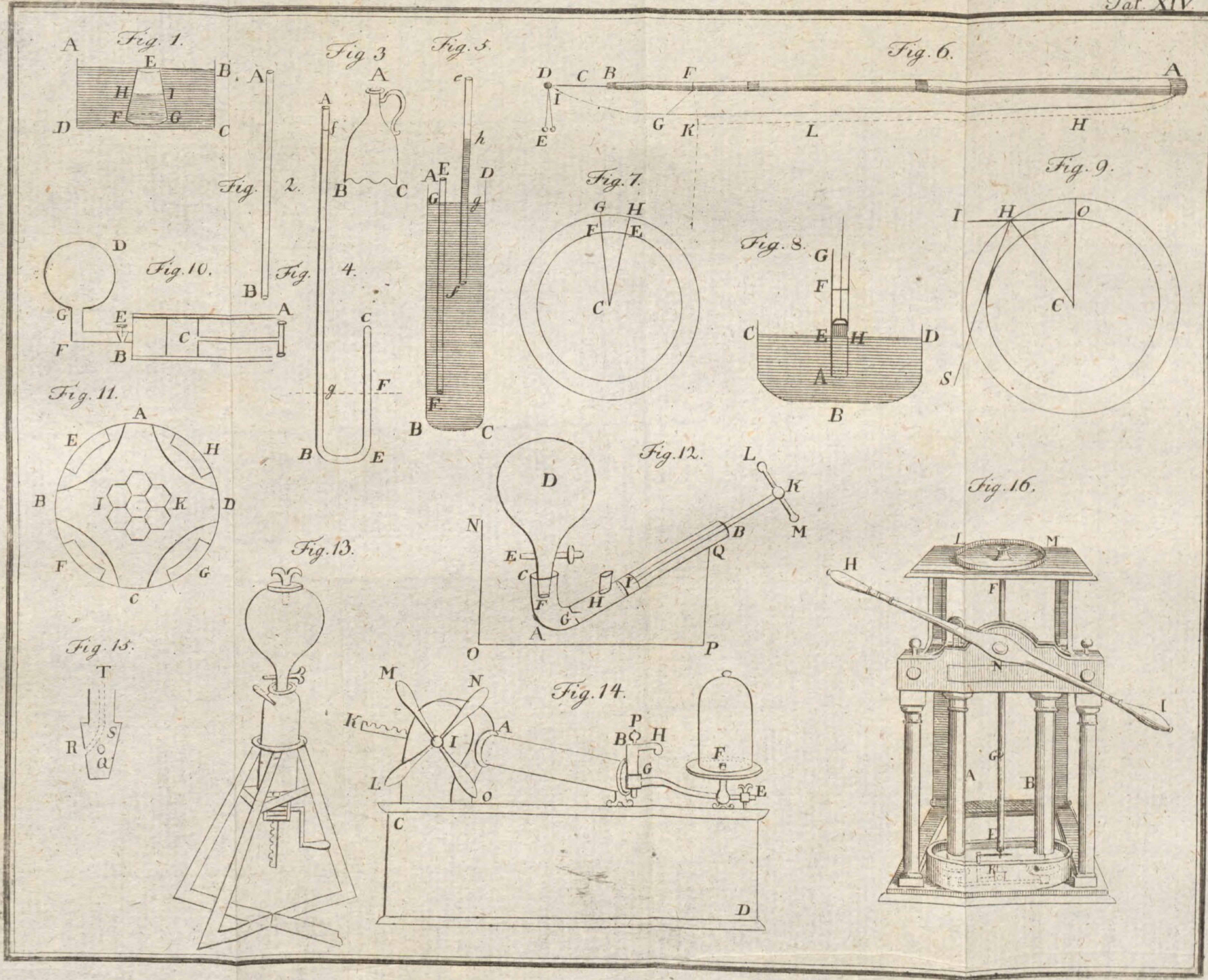


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig 3
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.

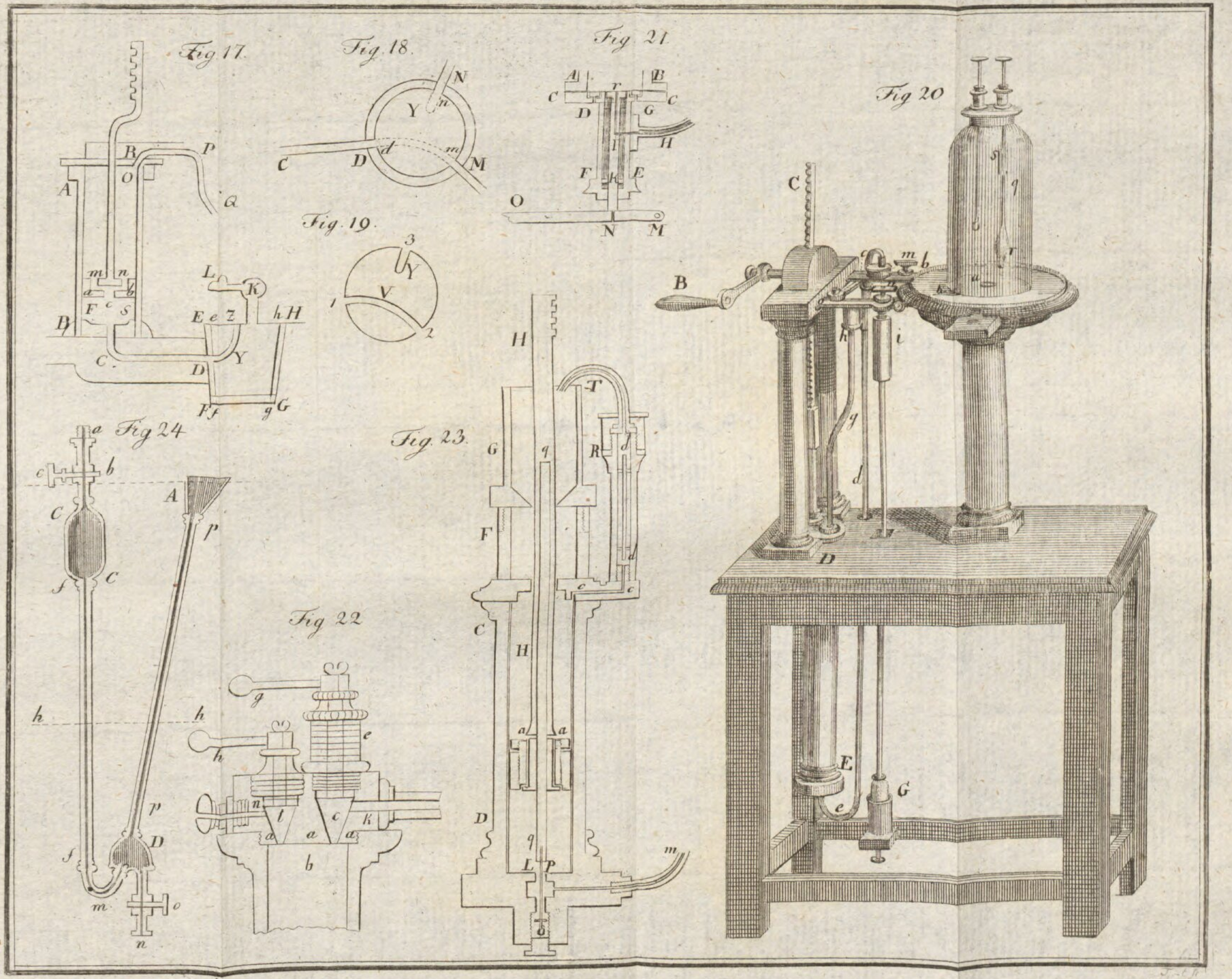
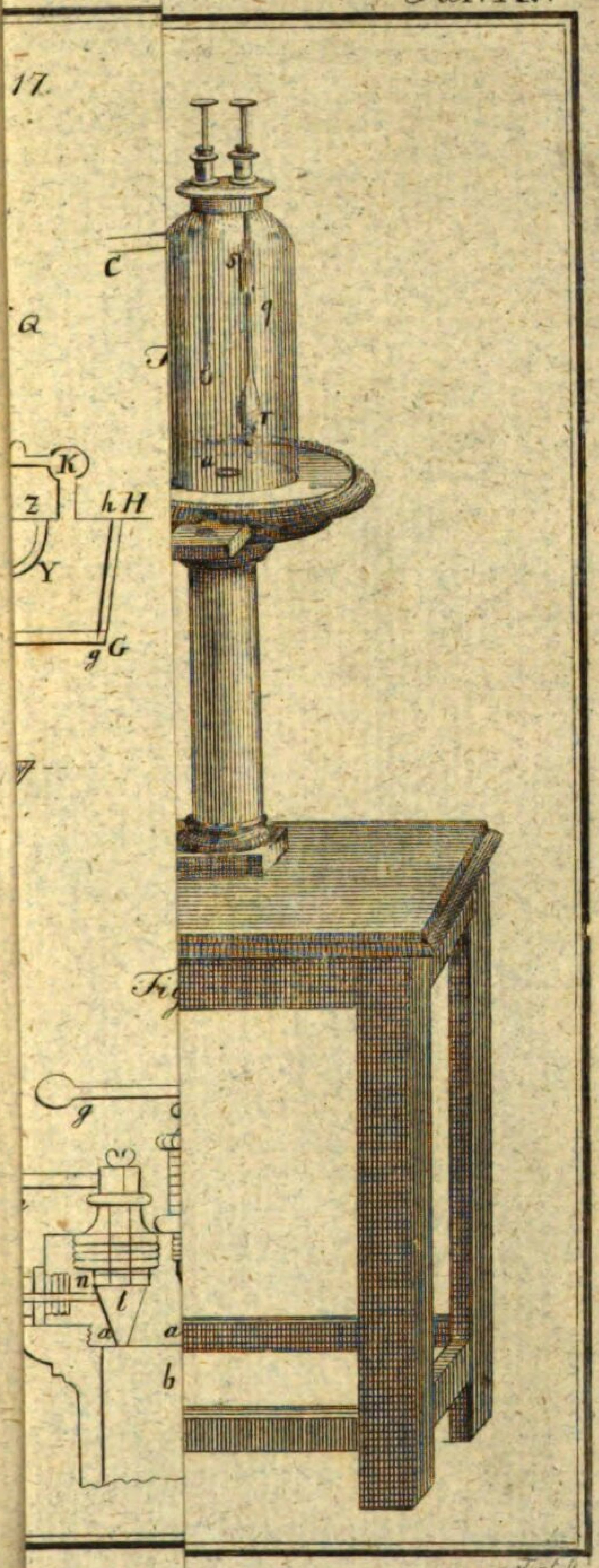


Fig 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 21.
Fig 20.
Fig 24.
Fig. 23.
Fig 22.

Taf. XV.



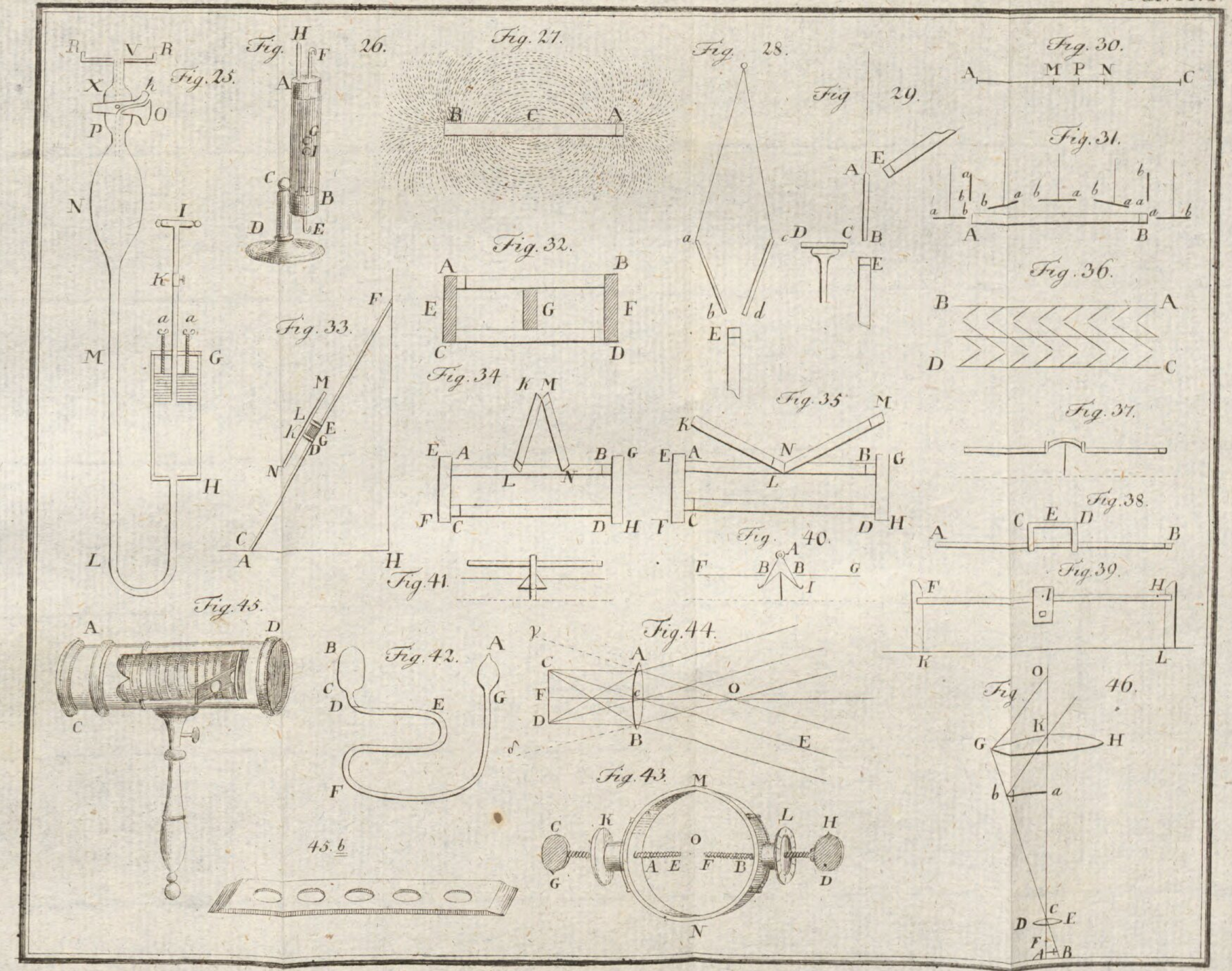


Fig. 25
Fig. 26
Fig. 27
Fig. 28
Fig. 29
Fig. 30
Fig. 31
Fig. 32
Fig. 33
Fig. 34
Fig. 35
Fig. 36
Fig. 37
Fig. 38
Fig. 39
Fig. 40
Fig. 41
Fig. 42
Fig. 43
Fig. 44
Fig. 45
45. b
Fig. 46

Taf. XVI

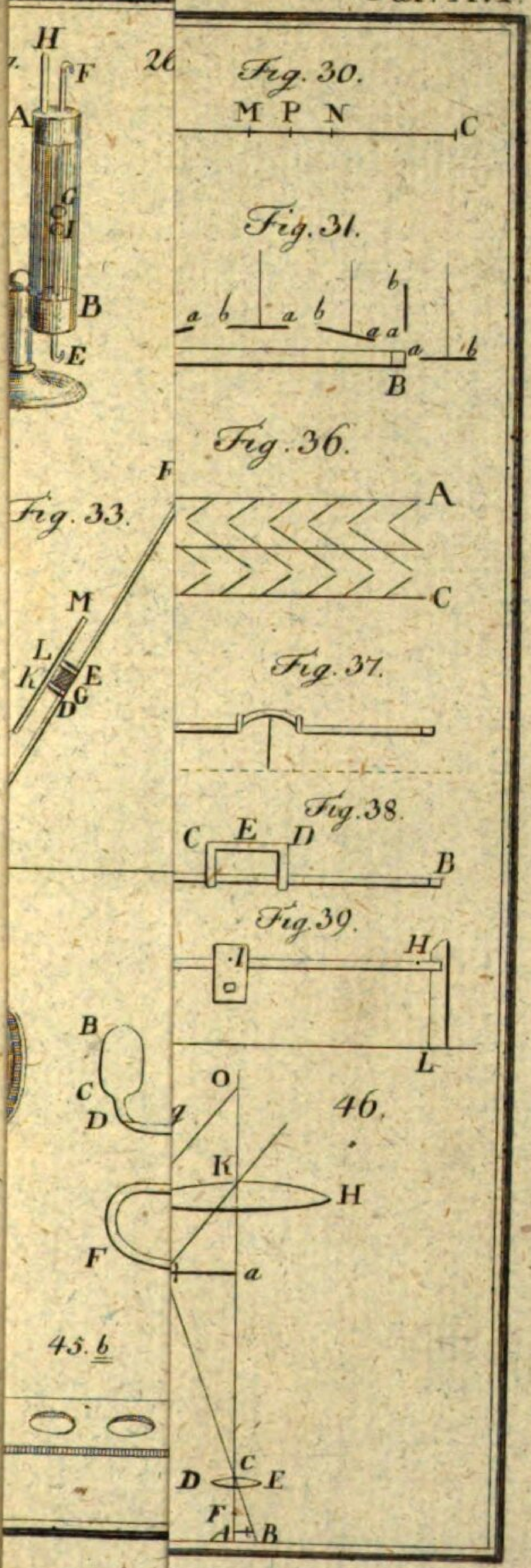


Fig. 30.
M P N
C
Fig. 31.
a b a b a a b a b
B
Fig. 36.
A
C
Fig. 37.
Fig. 38.
C E D
B
Fig. 39.
H
L
Fig. 33.
F
M
L
K
E
G
D
H
F
A
G
B
E
26
46.
O
K
H
B
C
D
a
F
a
45. b
D C E
F
B

Taf. XVII.

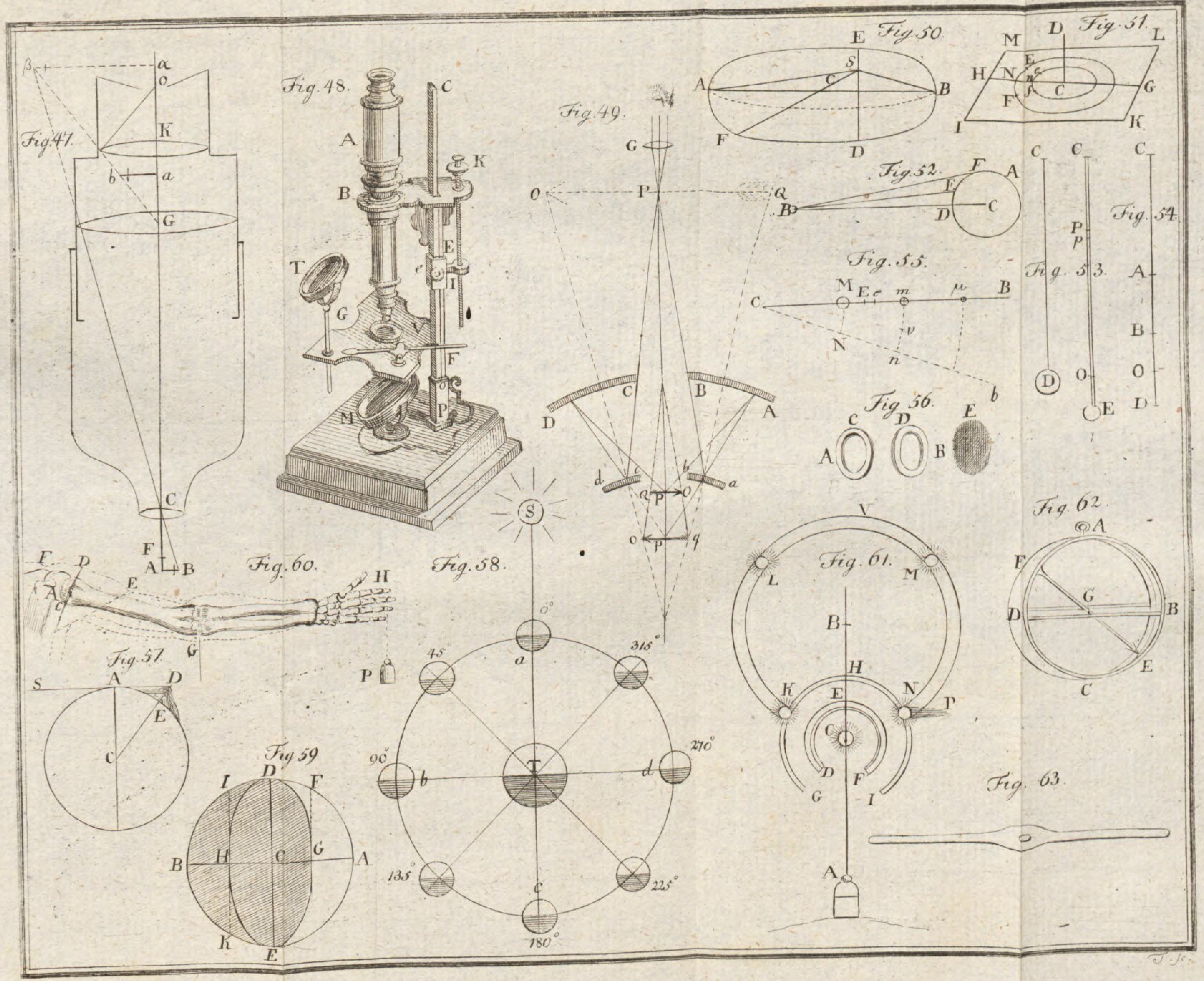


Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 49.
Fig. 50.
Fig. 51.
Fig. 52.
Fig. 53.
Fig. 54.
Fig. 55.
Fig. 56.
Fig. 57.
Fig. 58.
Fig. 59.
Fig. 60.
Fig. 61.
Fig. 62.
Fig. 63.

Tab. XVIII.

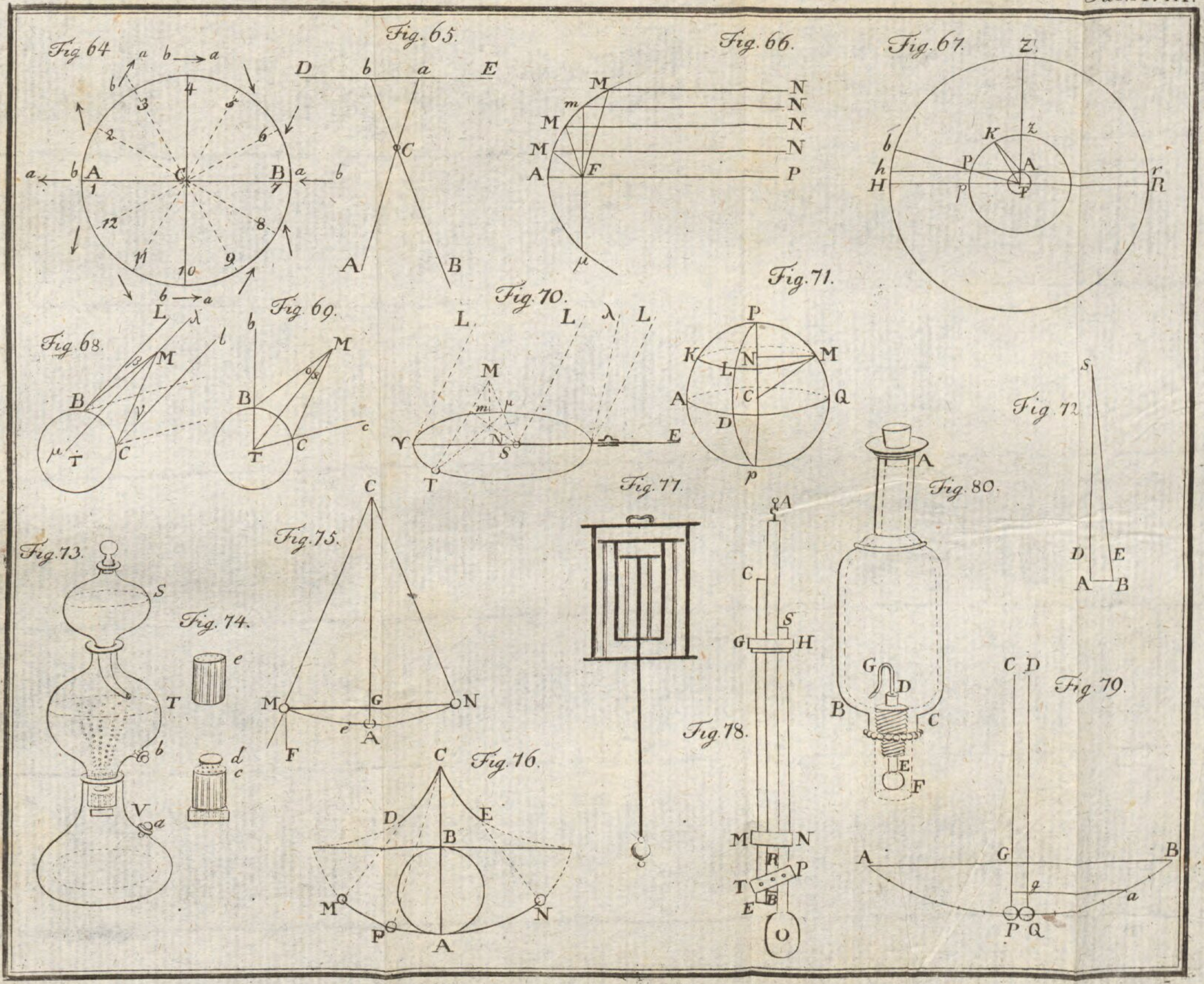


Fig. 64
Fig. 65
Fig. 66
Fig. 67
Fig. 68
Fig. 69
Fig. 70
Fig. 71
Fig. 72
Fig. 73
Fig. 74
Fig. 75
Fig. 76
Fig. 77
Fig. 78
Fig. 79
Fig. 80

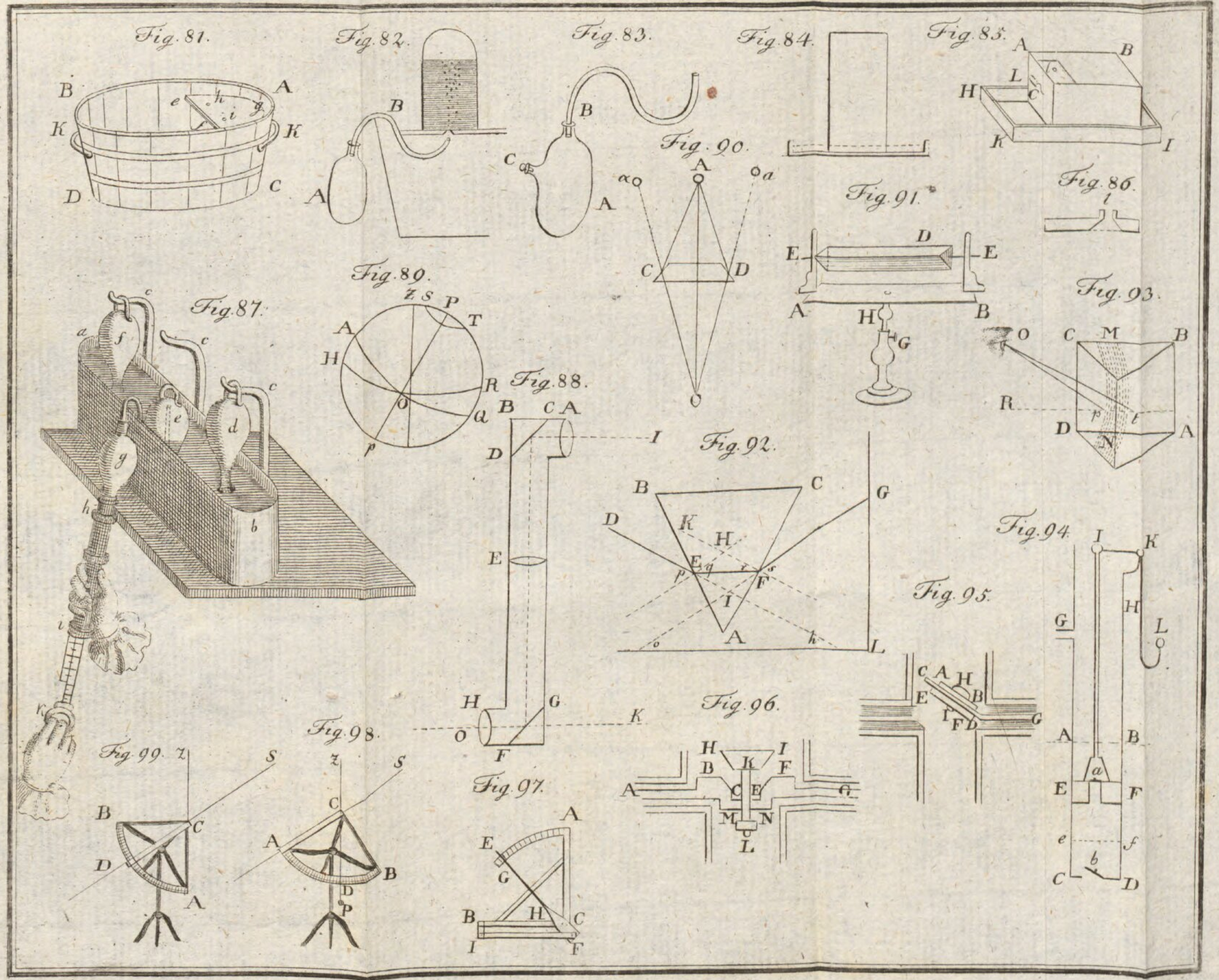
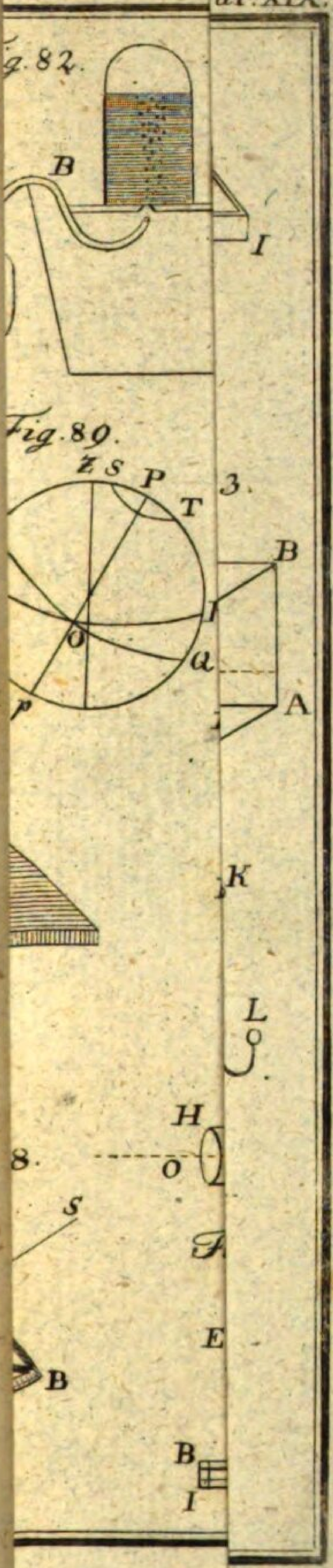


Fig. 81.
Fig. 82.
Fig. 83.
Fig. 84.
Fig. 85.
Fig. 86.
Fig. 87.
Fig. 88.
Fig. 89.
Fig. 90.
Fig. 91.
Fig. 92.
Fig. 93.
Fig. 94.
Fig. 95.
Fig. 96.
Fig. 97.
Fig. 98.
Fig. 99.

af. XIX.



Taf. XX

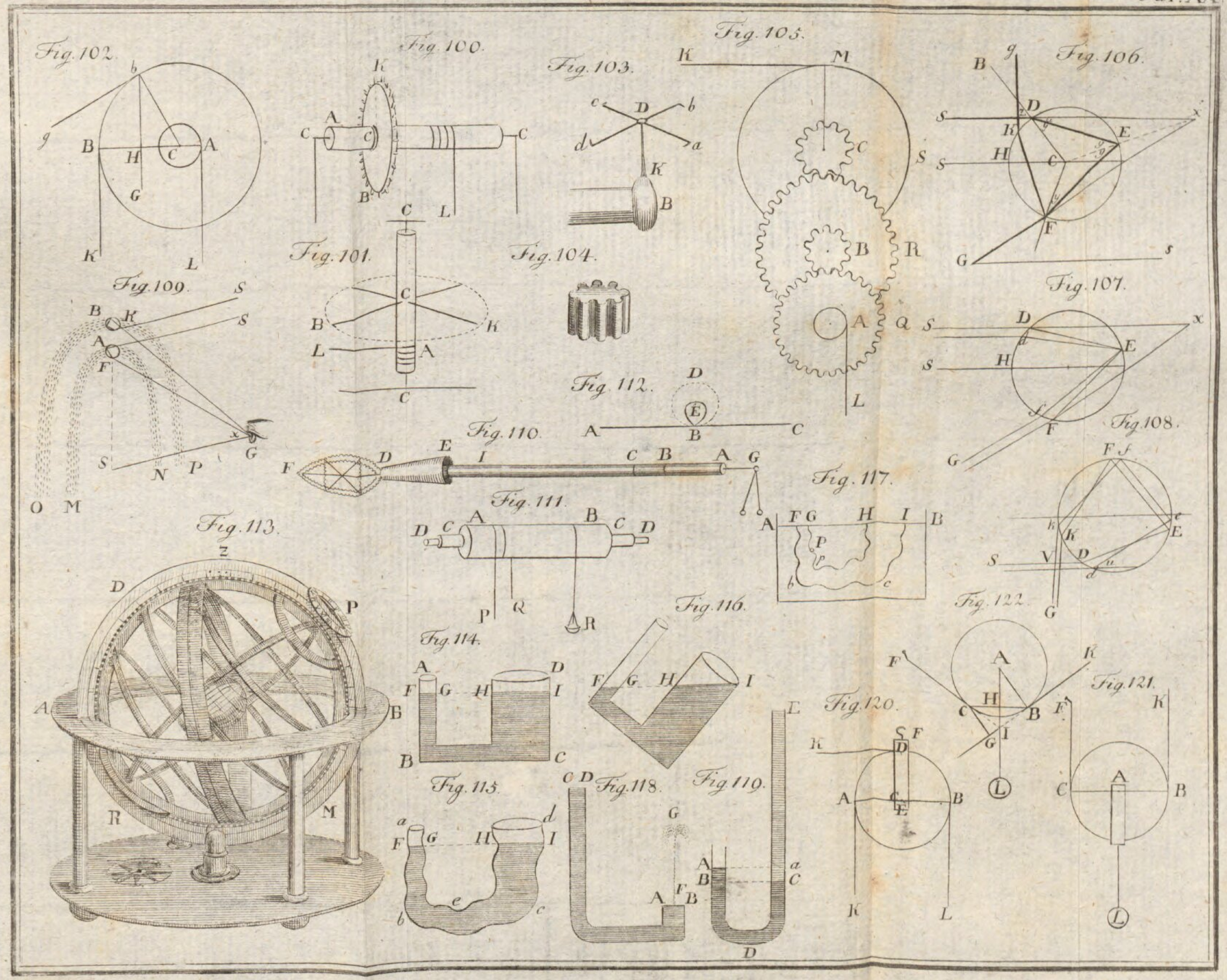


Fig. 102.
Fig. 100.
Fig. 103.
Fig. 105.
Fig. 106.
Fig. 101.
Fig. 104.
Fig. 109.
Fig. 107.
Fig. 112.
Fig. 110.
Fig. 108.
Fig. 117.
Fig. 111.
Fig. 113.
Fig. 116.
Fig. 122.
Fig. 114.
Fig. 121.
Fig. 120.
Fig. 115.
Fig. 118.
Fig. 119.

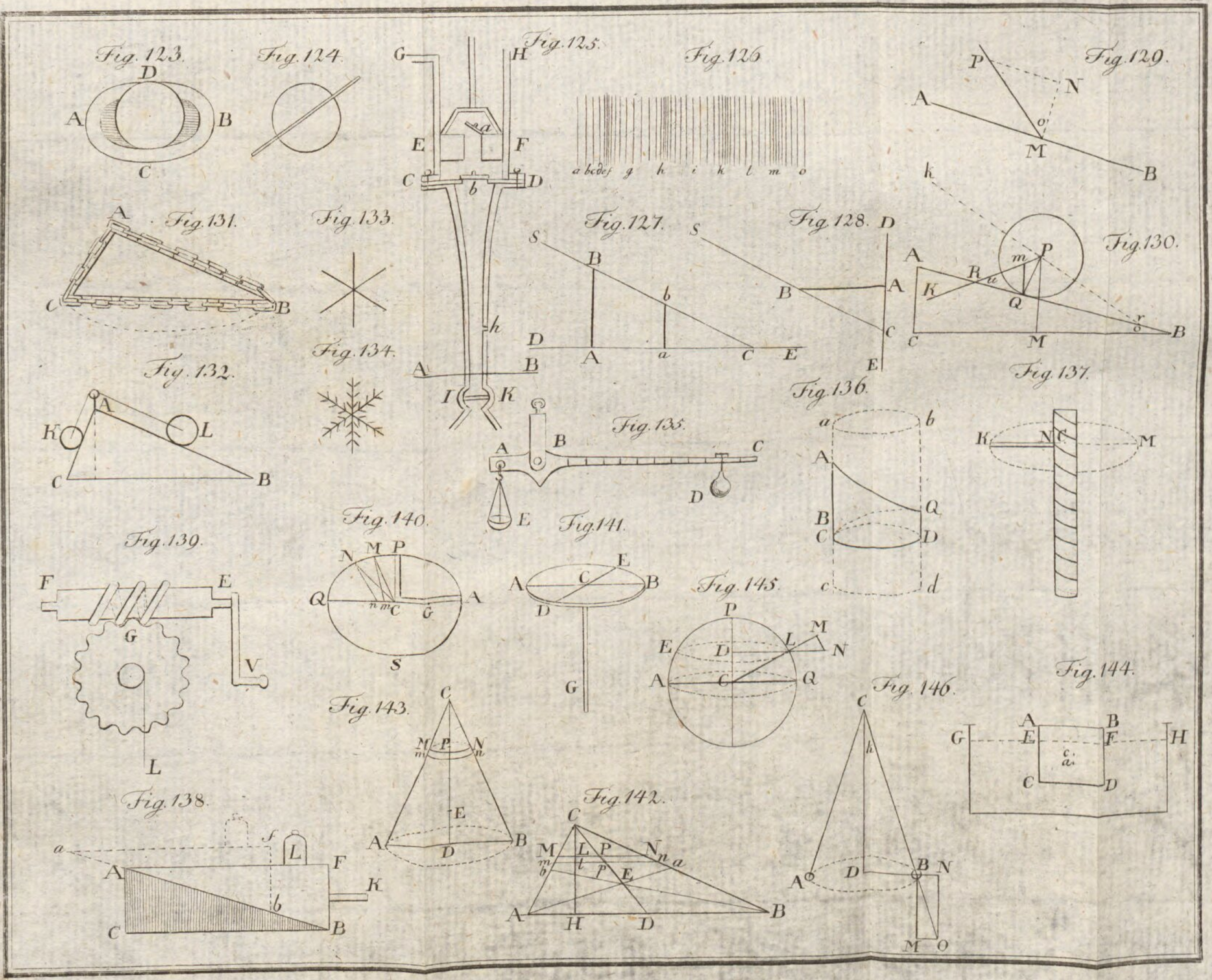


Fig. 123.
Fig. 124.
Fig. 125.
Fig. 126
Fig. 129.
Fig. 131.
Fig. 133.
Fig. 127.
Fig. 128.
Fig. 130.
Fig. 132.
Fig. 134.
Fig. 135.
Fig. 136.
Fig. 137.
Fig. 139.
Fig. 140.
Fig. 141.
Fig. 145.
Fig. 144.
Fig. 143.
Fig. 146.
Fig. 138.
Fig. 142.

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Gehler, Johann Samuel Traugott, 1751-1795

Physikalisches Wörterbuch oder Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Naturlehre mit acht Kupfertafeln, Taf. XIV. bis XXI
Bd.: 3

Leipzig 1790

Phys.g. 133-3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131072-1
VD18 90031121